

Lehrinnovation in den Ingenieurwissenschaften

Ein Modellversuch zur Verbesserung des Lehrens
und Lernens

Von der Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina
zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades
Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigte

Dissertation

von
Inske Preißler
aus Hannover

Eingereicht am:	01.12.2014
Mündliche Prüfung am:	29.01.2015
Referent:	Prof. Dr. R. Müller
Korreferentin / Korreferent:	Prof. Dr. K. Höner
Druckjahr:	2016

Kurzfassung und Abstract

Die Schaffung des europäischen Hochschulraums und die kontinuierliche Optimierung der Lehre sind die Ziele der Studienreformprozesse (vgl. Hochschulrektorenkonferenz 2012, S. 2). In diesem Zusammenhang wird ein Weg zu guter Lehre in der konsequenten Orientierung an Kompetenzen verstanden. Die Studierenden sollen neben fachlichem Inhalt auch die Fähigkeiten erlangen, sich in komplexen beruflichen Situationen angemessen zu verhalten.

In den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen gibt es bislang kaum Beispiel grundlegende Lehre am Kompetenzerwerb der Studierenden auszurichten, den *shift from teaching to learning* (vgl. Wildt 2003, S. 14) anzuwenden und aktivierende Methoden auf ingenieurwissenschaftliche Inhalte anzupassen.

Die vorliegende Arbeit berichtet über ein Modellprojekt, das in der Zeit von 2007 – 2011 an der Technischen Universität Braunschweig stattfand. Im Rahmen des Modellprojektes wurde eine Veranstaltung im Maschinenbau am Institut für chemische und thermische Verfahrenstechnik umstrukturiert. Die Umstrukturierung hatte das Ziel, das Lehren und Lernen zu verbessern. Dazu wurde eine konsequente Studierendenorientierung verfolgt und vielfältige aktivierender Methoden eingesetzt, um den Kompetenzerwerb auf allen Ebenen zu ermöglichen. Die Veränderung in der Lehrveranstaltung betraf verschiedene Ebenen, die im Verlauf der Arbeit näher beleuchtet werden:

- das Einbinden verschiedener kooperativer Lernmethoden,
- die Verbesserung der Kommunikation und Interaktion zwischen Lehrperson und Studierenden,
- die selbständige Erarbeitung von Inhalten für die und während der Präsenzzeit,
- die Integration und Abstimmung der Übung in die Vorlesungszeit,
- die Förderung der Motivation für die Inhalte und des Interesses der Studierenden für das Fach durch die konsequente Einbindung von (alltagsrelevanten) Kontexten,
- die Förderung eines breiten Einsatzes von Lernstrategien,
- das Erleben von Kompetenzzuwächsen,
- Präsentationen und eine Projektarbeit.

Die Wirkung aktivierender Methoden und der Studierendenorientierung auf das Lernen wird in dieser Arbeit untersucht. Die Arbeit berichtet über das entwickelte Konzept und die eingesetzten Methoden. Dazu wurde in einem Paralleldesign eine Veranstaltung in Form

einer Vorlesung, eine weitere als kontextorientiertes aktivierendes Modul (*Inverses Modul*) von der gleichen Lehrperson angeboten. Dabei werden neben der begleitenden Evaluation auch die gesammelten Erfahrungen erläutert.

Begleitend zur Umstrukturierung fand eine Evaluation statt, die die Veränderungen bei den Studierenden prüfte. Zu verschiedenen Zeitpunkten im Semesterverlauf wurden per Fragebogen die Lernstrategien, die Selbstwirksamkeitserwartung und das Wissen der Studierenden erfragt. Am Ende des Semesters wurde zusätzlich eine Lehrveranstaltungsevaluation durchgeführt.

Die Studierenden, die das *Inverse Modul* besucht haben, waren erfolgreicher in der abschließenden Prüfung und bewerteten die Lehrveranstaltung in der Evaluation zum Ende des Semesters besser. Die Selbstwirksamkeitserwartung konnte durch das *Inverse Modul* nicht positiv beeinflusst werden. Der Einsatz der Lernstrategien veränderte sich über das Semester hinweg in einigen Skalen bei beiden Probandengruppen. In wenigen Skalen wie beispielsweise in der Skala „Zusammenhänge/Elaborieren“ veränderten sich nur die Werte der Studierenden des *Inversen Moduls* signifikant positiv.

Lehrinnovationen in den Ingenieurwissenschaften, die umfänglich auf die Studierenden-zentrierung und die Aktivierung der Studierenden abzielen, wie die hier vorgestellte, bedürfen eines hohen Ressourceneinsatzes, können den Lernerfolg, gemessen an der abschließenden Prüfung, und die Bewertung der Lehre aber positiv befördern.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I: Einleitung	1
Kapitel II: Lernen junger Erwachsener	6
1. Lernen	7
1.1 Wissenserwerb	9
2. Interesse und Motivation	11
2.1 Interesse	11
2.2 Selbstbestimmungstheorie	14
2.3 Motivation	16
3. Einfluss von Emotionen	20
4. Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung	21
4.1 Selbstkonzept	21
4.2 Akademisches Selbstkonzept	22
4.3 Selbstwirksamkeitserwartung	22
4.4 Selbstwirksamkeitserwartung und Motivation	26
5. Lernstrategien	28
5.1 Kognitive Lernstrategien	31
5.2 Metakognitive Strategien	33
5.3 Ressourcenorientierte Strategien	33
5.4 Entwicklung und Einsatz von Lernstrategien	34
5.5 Lernstrategien und Lernerfolg	36
6. Kompetenzerwerb	39
6.1 Lernkompetenz	41
6.2 Selbststudium	43
6.3 Constructive Alignment	45
6.4 Lernziele	46
6.5 Didaktischer Dreischritt	49
7. Lernumgebungen	50
7.1 Problemorientierte Lernumgebungen	51
7.2 Kontextorientierung in Lernumgebungen	53
Kapitel III: Lehre an deutschen Hochschulen	55
1. Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge	59
1.1 Lehrformate in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehre	61
1.2 Konsequenzen für das ingenieurwissenschaftliche Studium	62
2. Lehrende	63
2.1 Lehrevaluationen	68

2.2 Feedback	70
Kapitel IV: Das Inverse Modul	72
1. Von der Idee zum Konzept.....	74
2. Durchführung und Struktur	76
3. Methodeneinsatz im Inversen Modul	80
3.1 Anschauung	85
Institutsführung	85
3.2 Argumentation	85
Postersession	85
3.3 Aufgaben – Aufgabenbearbeitendes Lernen	87
Hausaufgaben	87
3.4 Beispiel	88
Kontextorientierung	88
3.5 Fall	89
Projekt	90
3.6 Frontalvermittlung	93
Impulsvortrag	93
Fragen lernen/Fragen stellen	94
Glückstopf	95
3.7 Leitmedium	97
Diagramme und Koordinatensysteme	97
3.8 Peer Austausch	98
Peer Instruction	98
Murmelgruppe	100
3.9 Probehandlung	101
Labor	101
3.10 Personalisieren	102
Stationenlernen	102
3.11 Verbund	103
Lernen – Gruppenpuzzle.....	103
3.12 Wiederholung.....	106
Grundlagenmemory	106
Englische Wiederholung	107
Kapitel V: Evaluationsdesign	110
1. Hypothesen	110
2. Erhebung und Akquise	112
3. Stichprobe	112

4. Untersuchungsverfahren	114
4.1 Wissenstest	114
4.2 Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE).....	116
4.3 LIST – Lernstrategien im Studium	117
4.4 Evaluation der Veranstaltung.....	118
5. Auswertungen.....	119
6. Zusammenhänge zwischen den Variablen.....	121
Kapitel VI: Ergebnisse.....	122
1. Unterschiede zu den drei Messzeitpunkten	122
2. Hypothese 1 & 2: Lernzeitpunkt und tiefenorientiertes Lernen	124
3. Hypothese 3: Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung	129
4. Hypothese 4: Lernstrategien (LIST)	132
5. Hypothese 5: Höhere Selbstwirksamkeitserwartung	135
6. Hypothese 6: Bessere Prüfungsergebnisse	136
7. Hypothese 7 & 9: Eingesetzte Lernzeit.....	136
8. Hypothese 8: Prüfungsvorbereitung in Lerngruppen	138
9. Interkorrelationen	139
Kapitel VII: Diskussion und Zusammenfassung	143
1. Diskussion der Ergebnisse.....	143
1.1 Auswirkungen auf das Lernen	143
1.2 Auswirkungen auf die Zufriedenheit	147
1.3 Auswirkungen auf Lernstrategien	150
1.4 Auswirkungen auf die Selbstwirksamkeit.....	152
1.5 Resümee der Lehrperson	153
2. Konsequenzen für die weitere Forschung	154
3. Schlussbemerkung.....	155
Kapitel VIII: Literaturverzeichnis	I
Kapitel IX: Abbildungsverzeichnis.....	XVII
Kapitel X: Tabellenverzeichnis	XVII
Kapitel XI: Anhang.....	XIX
1. Weitere Auswertungen.....	XIX
1.1 Richtige Antworten im Wissenstest zu den drei Messzeitpunkten.....	XIX
1.2 Kreuztabellen Wissenstestaufgaben	XXII
1.3 Lehrveranstaltungsevaluation alle Items	XXVIII
1.4 Lernstrategien	XXXI

1.5 Interkorrelationen	XXXIII
2. Freitextkommentare	XXXVI
2.1 Wintersemester 2008/2009.....	XXXVI
2.2 Wintersemester 2009/2010.....	XXXVI
3. Fragebögen	XXXVIII
3.1 Messzeitpunkt T1	XXXVIII
3.2 Messzeitpunkt T3	L
3.3 Messzeitpunkt T3	LVI
4. Fragebogen Vorerhebung	LXXI
5. Projektaufgabe Bioethanolaufreinigung	LXXIV
6. Beispiel Hausaufgabe	LXXVI
7. Beispiel Stichwortkarte englische Wiederholung	LXXVII
8. Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge	LXXVIII
9. Danksagung	LXXX

*Überhaupt lernet niemand etwas durch bloßes An-
hören, und wer sich in gewissen Dingen nicht
selbsttätig bemühet, weiß die Sachen nur
oberflächlich und halb.
(Johann Wolfgang von Goethe)*

Kapitel I: Einleitung

„Ich glaube inzwischen, dass die Tage des konventionellen Lehrens im Grundstudium gezählt sind – wir können es uns nicht länger erlauben die Ineffektivität der traditionellen Vorlesungsmethode zu ignorieren, ungeachtet dessen, wie anschaulich oder inspirierend unsere Vorlesungen auch sind. Die Zeit ist gekommen, unseren Studenten in den Anfängerkursen mehr als das reine Wiederkäuen des gedruckten Unterrichtsmaterials zu bieten“ (Mazur 2006, S. 13).

Auch an der TU Braunschweig zeichnet sich, wie an vielen deutschen Universitäten, in den Ingenieurwissenschaften ein traditionelles Bild von Lernen und Lehren ab: Vorlesungen, Übungen und Labore/Praktika sind die klassischen Lehrformate. Eine Abstimmung der Themen, eine Vernetzung der Inhalte und ein konsistenter Aufbau der Lehrveranstaltungen sind aufwändig in der Umsetzung und bedürfen des regelmäßigen Austausches der beteiligten Lehrenden. Nicht immer ist dies optimal möglich.

Für die Gestalterinnen und Gestalter von Lehre ist es hilfreich, eine Vielzahl an Forderungen zu kennen, um sie ggf. zu berücksichtigen. Neben ihren eigenen Vorstellungen von gelungener Lehre werden sie u. a. mit den Wünschen der Studierenden sowie mit hochschulpolitischen und unternehmerischen Forderungen konfrontiert.

Teilweise kommt es auf Seiten der **Studierenden** aufgrund der fehlenden Zusammenhänge und des engen Studienplans zum so genannten „Bulimielernen“, das heißt: Gelernt wird auf den Punkt zur Klausur oder Prüfung. Häufig ist bereits nach kürzester Zeit das auswendig gelernte Wissen wieder vergessen, da für die nächste Prüfung gelernt werden muss oder das neue Semester vor der Tür steht (vgl. Gerstenmeier & Mandl 2000; Gruber et al. 2000, S. 13, 139, 152; Balzter 2010, o. S.). Wissen wird so im Sinne der Neurowis-

senschaft und Lernpsychologie (vgl. Spitzer 2006, S.60ff) nicht zum Können, sondern bleibt bestenfalls träges Wissen¹ (vgl. Mandl 2004, S. 47).

Der fehlende Bezug zur späteren beruflichen Praxis kann die Motivation hemmen und Zweifel an der Sinnhaftigkeit des in den Vorlesungen und Übungen angebotenen Stoffes aufkommen lassen (vgl. Heiner et al. 2013, S. 101). Soziale Eingebundenheit, Autonomie- oder Kompetenzerlebnisse, die verstehendes Lernen fördern (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 229), erhalten bislang nur wenig Raum.

Außerdem ergeben sich bei einigen Studierenden Überforderungen im Bereich der selbständigen Lernorganisation (vgl. Winteler 2006, S. 338). Die Studierenden haben in mancher Hinsicht Schwierigkeiten, Prioritäten zu setzen und sich angemessen auf Prüfungen vorzubereiten (vgl. Winteler 2006, S. 338; Balzter 2010).

Aus der Sicht der **europäischen Hochschulpolitik** rücken nicht zuletzt aufgrund der Einführung der gestuften Studiengänge (Bachelor/Master), neben den fachlichen Inhalten, fachübergreifende Qualifikationen in das Zentrum des Studiums (vgl. Jungmann 2011, S. 2). Dabei erstrecken sich die Anforderungen an die Lehre auch auf eine stärkere Lernendenorientierung, ebenso wird der regelmäßige Einsatz von kooperativen Lernformen und die Schaffung einer guten Lernatmosphäre gewünscht (vgl. Blom 2000, S. 6ff). Die Umsetzung dieser Forderungen stellt ein Hindernis für viele Lehrende, besonders in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. So herrscht beispielsweise in den Grundlagenveranstaltungen häufig Massenbetrieb und die Lehrenden sind selten hochschuldidaktisch qualifiziert. Bislang gibt es wenige Beispiele für gelungene Lehrveranstaltungen, an denen sich die Lehrenden orientieren könnten, zumal eine Umstellung der Lehre immer mit Aufwand und Ressourceneinsatz verbunden ist.

Eine weitere Sichtweise auf die hochschulische Lehre kommt von den **Unternehmen**. Sie wünschen sich, dass Absolventinnen und Absolventen Schlüsselkompetenzen wie beispielsweise Präsentationsfähigkeit, Teamfähigkeit oder Organisationsfähigkeit mitbringen.

Gerade in Bezug auf die kurze Halbwertszeit der Fakten bei zunehmender technischer Entwicklung scheint es hilfreich, dass in der ingenieurwissenschaftlichen Lehre nicht nur Gesetze und Zusammenhänge gelernt, sondern auch Fertigkeiten erworben werden. Förderlich ist dabei das Erüben des Problemlösens und die Anwendung von Fachmethoden (vgl. Poser et al. 2012, S. 33; Spitzer 2006a, S. 74).

¹ Als träges Wissen wird solches Wissen bezeichnet, das keinen Wirklichkeitsbezug aufweist und deshalb nicht auf authentische Probleme übertragen werden kann (vgl. Gruber et al. 2000, S. 139; Müller 2006, S. 15).

Die dargestellten vielseitigen Anforderungen an eine gelungene Lehre bilden den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit. In einem Modellversuch an der TU Braunschweig wurde versucht diese Anforderungen aufzugreifen, um so eine Optimierung der Lehre und des Lernens herbeizuführen.

Das Vorhaben fand im Zeitraum von 2007 – 2011 am Institut für chemische und thermische Verfahrenstechnik (ICTV) der Fakultät Maschinenbau in Kooperation mit dem Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften (IFdN), Abteilung Physikdidaktik der Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften statt.

Die grundlegende Motivation für eine Neu- und Umstrukturierung der Lehrveranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* und der angegliederten Übung war der Wunsch des Lehrenden, die Studierenden in ihrem Lernen auf eine andere als die bislang übliche Art zu unterstützen.

In der Planungs- und Umsetzungsphase wurde die hauptverantwortliche Lehrperson von einem fachlich ausgebildeten und einer didaktisch ausgebildeten wissenschaftlichen Mitarbeiter/-in unterstützt, beraten und begleitet.

Das „klassische“ Veranstaltungsdesign von Vorlesung plus Übung wurde ersetzt durch ein „**Inverses Modul**“, das die Aktivierung der Studierenden in der Veranstaltungszeit und das begleitete Selbststudium (→ Kapitel II:6.2 Selbststudium) in den Mittelpunkt stellt. Dies geschah ausgehend von der Annahme, dass gelungene Aktivierung und eine Kompetenzorientierung sowie die Orientierung an den Lernenden und an den Lernzielen, erfolgreicher Studieren ermöglicht (vgl. Winteler & Forster 2008, S. 164). Handlungsleitend war die Idee, dass Lehre zu verbessern heißt: Lernen zu ermöglichen. D. h. die Lehre kann, konstruktivistischen Lerntheorien zu Folge, Lernprozesse anregen.

Die Veränderung in der Lehrveranstaltung betraf verschiedene Ebenen, die im Verlauf der Arbeit näher beleuchtet werden, es handelt sich um

- die Ausrichtung an Lernzielen,
- die Vernetzung der Inhalte,
- die Einbindung von kooperativen Lernmethoden,
- die Förderung von Schlüsselkompetenzen,
- die Förderung der Selbstlernkompetenz,
- die Verbesserung der Kommunikation und Interaktion zwischen der Lehrperson und den Studierenden,
- die Förderung von Motivation,
- die Förderung von Interesse,

- die Förderung eines breiten Einsatzes von Lernstrategien,
- die Erhöhung der Selbstwirksamkeitserwartung.

Die begleitende Untersuchung ist eine explorative Felduntersuchung im natürlichen Umfeld der Hochschule, der die Frage zugrunde lag: Welche Effekte auf das Lehr-/Lerngeschehen haben der Einsatz aktivierender Methoden und die Ausrichtung an den Erkenntnissen der Lehr- und Lernforschung? Hierzu zählt, wie bereits erwähnt, neben der Aktivierung, die Kompetenzorientierung die Arbeit mit Lehr-/Lernzielen, die Förderung des Interesses und der Motivation, der Selbstwirksamkeit sowie des Einsatzes von Lernstrategien.

Der Hauptteil der Arbeit gliedert sich in sieben Kapitel, die grundlegende Aspekte des Lehrens und Lernens beleuchten, Planungsgrößen darstellen, das Konzept erörtern sowie die begleitende Untersuchung vorstellen. Am Ende der Arbeit werden die Ergebnisse vorgestellt und daraus Empfehlungen generiert.

Kapitel II widmet sich den Grundlagen des Lernens. Das dieser Arbeit zugrunde liegende konstruktivistische Lernverständnis wird definiert und die Grundlagen des Lernens und des Wissenserwerbs erörtert. Anschließend wird der Einfluss von Selbstwirksamkeit, Motivation und Interesse auf das Lernen dargestellt. Lernstrategien und deren Einsatz werden im Hinblick auf deren Förderung in der Hochschule besprochen. Der Kompetenzerwerb an Hochschulen wird thematisiert und dabei Lernziele sowie das Constructive Alignment und der didaktische Dreischritt als Planungsgrößen des *Inversen Moduls* dargestellt. Den Abschluss des Kapitels bildet die Darstellung der Gestaltung von Lernumgebungen.

Das **Kapitel III** befasst sich mit dem Lehren an Hochschulen. Zunächst wird die Situation der Lehre an deutschen Hochschulen, insbesondere im Hinblick auf ingenieurwissenschaftliche Studiengänge, betrachtet.

Außerdem werden der Aspekt der Persönlichkeit und die Einstellungen der Lehrperson sowie die Beziehung zwischen der Lehrperson und Lernenden beleuchtet. Dies geschieht unter der Annahme, dass der Einfluss der Lehrperson auf das Lernen hoch ist und insbesondere die Interaktion von Lehrenden und Studierenden für erfolgreiches Lernen wichtig ist (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 77). Zum Abschluss dieses Kapitels werden die Lehr-evaluation und ihre Funktion für die Lehre sowie das Feedback an Lernende thematisiert.

Kapitel IV gibt die grundlegenden Ziele des *Inversen Moduls*, die Umsetzung und den Verlauf wieder. Dabei werden Besonderheiten der Lehrveranstaltung aufgezeigt und erör-

tert, wie die Spezifika ingenieurwissen-schaftlicher Lehre mit hochschuldidaktischen Theorien und Methoden angereichert werden kann.

Kapitel V beleuchtet die durchgeführte Evaluation. Das empirische Untersuchungsdesign sowie die Hypothesen werden dargestellt. Es werden die eingesetzten Untersuchungsinstrumente, die Stichprobe und die durchgeführten Auswertungen beschrieben.

Im Rahmen der Untersuchung wurden zu verschiedenen Messzeitpunkten Veränderungen des Wissensstandes, der bevorzugten Lernstrategien und der allgemeinen Selbstwirksamkeit bei den Studierenden in Abhängigkeit vom Besuch der Veranstaltungsart untersucht. Zum Ende der Veranstaltung wurde zudem eine Lehrveranstaltungsevaluation durchgeführt. Die Prüfungsergebnisse (mündliche Prüfung im Wintersemester 2008/2009 / Klausur im Wintersemester 2009/2010) flossen ebenfalls in die Untersuchung ein.

Kapitel VI stellt die zentralen Ergebnisse der Evaluation dar. Die statistischen Auswertungen werden mit den Hypothesen in Verbindung gebracht, dabei werden sowohl die unterschiedlichen Messzeitpunkte als auch die Zusammenhänge beschrieben. Als wichtigstes Ergebnis sei bereits an dieser Stelle genannt, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* signifikant besser in der Prüfung waren ($p < .05$), was mit einer mittleren Effektstärke ($\eta^2 = .11$) auf den Besuch des *Inversen Moduls* bzw. der Vorlesung zurückgeführt werden kann.

Kapitel VII widmet sich der Diskussion der Ergebnisse und den daraus resultierenden Konsequenzen für weitere Untersuchungen. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung des Konzeptes des *Inversen Moduls* und Schlussbemerkung ab.

Kapitel II: Lernen junger Erwachsener

Beschäftigt man sich mit dem, was Lernen ausmacht bzw. was Lernen ist, bilden sich einige wesentliche Kriterien heraus, die Lernen und Lernprozesse beeinflussen bzw. determinieren. Nachfolgend werden die theoretischen Konstrukte² Interesse und Motivation sowie Emotionen und deren Einfluss auf das Lernen erläutert. Die Darstellung des Selbstkonzeptes und der Selbstwirksamkeitserwartung schließt sich an. Lernstrategien als eine Einflussgröße auf die Art des Lernens und der Stoffverarbeitungen werden im nächsten Teil des Kapitels beschrieben. Den Abschluss des Kapitels bildet der Kompetenzerwerb mit seinen Unterkapiteln zur Lernkompetenz, dem Selbststudium, dem Constructive Alignment, den Lernzielen und dem didaktischen Dreischritt.

Hochschulisches Lernen hat zum Ziel, dass Studierende nicht nur Fakten reproduzieren können, sondern auch ein tiefergehendes Verständnis³ für die Inhalte erworben haben. Dafür ist die vielfältige Nutzung von unterschiedlichen Lernstrategien hilfreich, welche zum Abschluss des Kapitels näher beleuchtet werden.

Auf der Grundlage der erläuterten Konstrukte, welche das Lernen beeinflussen, wurde die Gestaltung des Lehr-/Lernsettings in der Veranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik*, die im *Inversen Modul* mündete, strukturiert, geplant und umgesetzt.

Der vorliegenden Arbeit liegt ein **konstruktivistisches Verständnis** von Lernen zugrunde, welches davon ausgeht, dass Lernen ein individueller Aneignungs- und Aufbauprozess ist, in Folge dessen jeder Mensch sich seine Erkenntnisse aktiv selbst konstruiert (vgl. Steiner 2006, S. 166).

Als **Lernende** werden im Rahmen dieser Arbeit Individuen bezeichnet, die zwar in einem didaktischen Lehr-/Lernsetting agieren, ihren eigenen Bildungs- und Erziehungsprozess aber selbst gestalten und keine passiven Empfängerinnen und Empfänger sind. Hierfür nutzen sie ihre vorhandenen kognitiven Fähigkeiten und die bisherigen sozialisatorischen Erfahrungen, um sich aktiv mit der vorgefundenen (Lern-) Umgebung auseinander zu setzen und diese dadurch mit zu gestalten (vgl. Wild et al. 2006, S. 205).

² Konstrukte sind gedankliche Erklärungen oder Beschreibungen von empirisch nicht erkennbaren Sachverhalten innerhalb einer wissenschaftlichen Theorie, die Schlussfolgerungen zulassen (vgl. Edelmann & Wittmann 2012, S. 116).

³ Ein tiefergehendes Verständnis oder tiefenorientiertes Lernen liegt dann vor, wenn das Gelernte dauerhaft abrufbar ist, angewendet werden kann und auf neue Situationen übertragbar ist (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 17).

1. Lernen

Im Verlauf des Lebens lernt der Mensch ständig. Dieser Prozess läuft teilweise gezielt und gesteuert ab (vgl. Steiner 2006, S. 139).

Lernen ist der **Prozess** der Aufnahme, des Verstehens, der Speicherung und des Abrufens von Wissen (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 17). Lernen wird also abstrahiert verstanden als das Konstruieren, Rekonstruieren und Modifizieren von Wissensstrukturen (vgl. Steiner 2006, S. 139). Der Prozess des Lernens bezieht sich auf eine Änderung des Verhaltens, Fühlens oder Denkens durch Kognitionen⁴, Einsichten und/oder Erfahrungen. Durch Lernen erwirbt das Individuum geistige, körperliche und/oder soziale Fähigkeiten, Fertigkeiten und/oder Kenntnisse.

In der konstruktivistischen Lerntheorie, ist Lernen immer ein konstruktiver, situativer, aktiver, sozialer, emotionaler und selbstgesteuerter Prozess (→ Abbildung 1) (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 638):

- Lernen ist die **aktive** Beteiligung der Lernenden, für das Motivation und Interesse am Gegenstand oder Prozess nötig sind (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 5).
- Lernen ist **selbstgesteuert**, dabei hängt das Maß der Selbststeuerung und Kontrolle sowohl von der Lernsituation als auch von der Lernumgebung ab (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 5).
- Lernen ist **konstruktiv**, da neues Wissen in die vorhandenen Wissensstrukturen eingebaut und die Interpretation des neuen Wissens auf der Grundlage von Erfahrungen beruht (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 5).
- Lernen ist **situativ**, da die Wissenskonstruktion in relevanten Kontexten entsteht und mit diesen verbunden ist (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 5).
- Lernen ist **sozial**, der Wissenserwerb ist nicht nur individuell, sondern findet vor dem Hintergrund der sozialen Umwelt und oft im sozialen Miteinander statt (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 5).

⁴ Kognitionen sind jene Vorgänge, durch die Personen Kenntnisse von ihrer Umwelt erlangen, vor allem durch Wahrnehmung, Vorstellung, Denken, Urteilen und Sprache (vgl. Edelman & Wittmann 2012, S. 109). Wissenserwerb geschieht durch Kognition (vgl. Edelman & Wittmann 2012, S. 109).

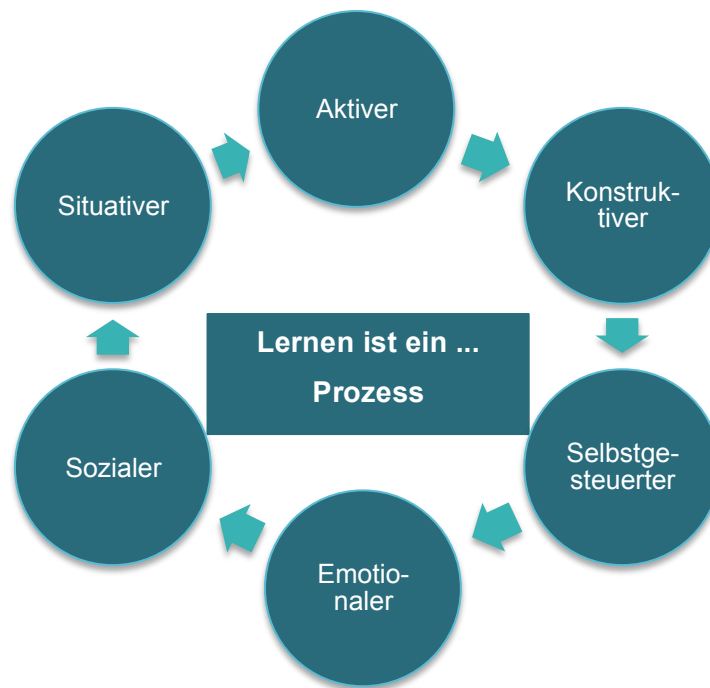


Abbildung 1: Lernen als Prozess (eigene Darstellung)

Lernen ist nach dieser Auffassung also von verschiedenen Einflussgrößen bestimmt. Der/die Lernende setzt sich aktiv und selbstgesteuert mit dem Lerngegenstand auseinander; er/sie konstruiert sich den Lerngegenstand situativ und benötigt dafür den sozialen Abgleich bzw. die soziale Integration. Die konstruktivistische Auffassung von Lernen legt einen Fokus auf den Transfer und den Anwendungsbezug des Lernstoffes. Kooperation und teamorientiertes Arbeiten bilden weitere wichtige Planungsgrößen (vgl. Reich 2008, S. 137; Edelmann & Wittmann 2012, S. 212ff). Selbstständig und selbstgesteuert „erfindet“ der/die Lernende aktiv seine Welt, für optimale Lernprozesse sollte ein größtmögliches Maß an Freiheit vorliegen (vgl. Neubert et al. 2011, S. 260). Das Denken und Handeln einer Person kann nur vor dem Hintergrund seines sozialen und kulturellen Hintergrundes verstanden werden (vgl. Reich 2008, S. 76; Reinmann und Mandl 2006, S. 627). Die inhaltlichen und sozialen Erfahrungen des/der Lernenden mit der aktuellen Situation beeinflussen das Lernen, neue Konstruktionen knüpfen an vorhandene an (vgl. Reich 2008, S. 79). Konstruktivistische Lerntheorien stellen die Bedeutung von gemeinschaftlichen Handlungen heraus und betonen dabei das Lernen im Team, dies ermöglicht das Beobachten und Erleben von unterschiedlichen Zugängen zum Lerngegenstand durch die Individuen der Gruppe (vgl. Neubert et al. 2001, S. 256). Interaktionen spielen dieser Lernauffassung nach eine der wichtigsten Einflussgrößen auf das Lernen.

Die Gestaltung der Lernumgebung für die Initiierung und Optimierung von Lernprozessen ist deshalb sehr bedeutsam (→ Kapitel II:7. Lernumgebungen) (vgl. Edelmann und Wittmann 2012, S. 212).

1.1 Wissenserwerb

Der Wissenserwerb ist eine Art der Informationsverarbeitung, bei der der Verwendungszweck eine große Rolle spielt (vgl. Edelmann & Wittmann 2012, S. 109). Für wissenschaftliche und berufliche Zwecke sind Feinstrukturen entscheidend, wohingegen im Alltag häufig prototypische Strukturen des Wissens sinnvoll sind (vgl. ebd.). Der Aufbau von Wissensstrukturen erfolgt größtenteils aus gesprochenen oder geschriebenen Texten (vgl. Steiner 2006, S. 163). Im universitären Umfeld ist das Ziel der Aufbau von Feinstrukturen.

Wissensstrukturen können in verschiedenen Wissensarten repräsentiert sein: Das **deklarative** – faktenbasierte – Wissen und das handlungsorientierte – **prozedurale** – Wissen, welches auf die Ausführung eines Verfahrens oder eines Prozesses ausgerichtet ist oder das **metakognitive** Wissen, welches als das Wissen über das eigene Wissen bezeichnet wird (vgl. Steiner 2006, S. 139; Cortina 2006, S. 520; Biggs & Tang 2011, S. 81 f; Edelmann & Wittmann 2012, S. 111). Das deklarative Wissen bezeichnet Wissen über Sachverhalte, z. B. Fakten oder Begriffe. Das deklarative Wissen kann leicht sprachlich wiedergegeben werden. Prozedurales Wissen greift auf das Vorhandene deklarative Wissen zurück und bezeichnet praktisch anwendbares Wissen, hierzu zählen motorische Fertigkeiten, die nicht immer vollständig bewusst kontrolliert werden müssen wie z. B. das Fahrrad fahren.

Im Rahmen des *Inversen Moduls* soll der Aufbau des prozeduralen Wissens gefördert werden.

In diesem Zusammenhang ist zum einen die Aktivierung des Vorwissens wichtig dabei werden vorhandene Netzwerke angeregt und aktiviert. Zum anderen ist die Elaboration wichtig, d. h. die Auseinandersetzung mit den aktuellen Informationen, welche zu einer Integration des neuen Wissens in das Vorhandene führt (vgl. Steiner 2006, S. 171; Edelmann & Wittmann 2012, S. 123).

Während des Aufbaus von Wissen kann es zu sogenannten **intuitiven Konzepten**⁵ kommen; intuitive Konzepte generieren sich u. a. aus Erfahrungen, die Lernende mit einem bestimmten Sachverhalt machen und die zu einer falschen oder unzureichenden Erklärung desselben führen können (vgl. Seel 2003, S. 253; Edelmann & Wittmann 2012, S. 127; Hopf et al. 2011, S. 34). Diese intuitiven Konzepte haben sich im Alltag bewährt, widersprechen aber häufig den korrekten wissenschaftlichen Konzepten (vgl. Hopf et al. 2011, S. 34). Mit dem richtigen Verständnis dieser Sachverhalte eröffnet sich für die Ler-

⁵ Auch als Fehlvorstellungen oder Alltagskonzepte bezeichnet.

nenden ein ganz neuer Blick auf den Sachverhalt, sie übertreten eine Schwelle⁶ zu einem neuen Level des Wissens in einem Fach (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 93). Charakteristischerweise lassen sich intuitive Konzepte nicht dadurch überwinden, dass das wissenschaftliche Konzept und deren Vorteile dargelegt werden (vgl. Möller 2007, S. 260). Die Umdeutung wird als Konzeptwechsel⁷ bezeichnet. Die Schwierigkeiten der Umdeutung lassen sich darauf zurückführen, dass die intuitiven Konzepte im Alltag ausreichend sind und meist bereits langfristig existieren. Die bestehenden Vorstellungen und Erklärungen können so stark sein, dass sie die Beobachtungs- und Wahrnehmungsfähigkeit beeinträchtigen (vgl. Möller 2007, S. 260). Lernende müssen für einen Konzeptwechsel entweder die Grenzen ihres bestehenden Verständnisses bzw. Konzeptes erkennen oder die richtige Sichtweise entwickelt sich schrittweise aus dem bestehenden Vorwissen (vgl. Hopf et al. 2011, S. 48). Vier Bedingungen sind für einen Konzeptwechsel notwendig:

1. Unzufriedenheit mit den vorhandenen Vorstellungen,
2. Logik (Nachvollziehbarkeit) der neuen Vorstellungen,
3. Plausibilität der neuen Vorstellungen,
4. Ergiebigkeit der neuen Vorstellungen, d. h. sie müssen in der Beantwortung weiterer Fragen erfolgreich sein (vgl. Hopf et al. 2011, S. 49).

Für die Gestaltung von Lehre kann es hilfreich sein, sich im Vorfeld mögliche intuitive Konzepte im eigenen Fach, die das Lernen erschweren, bewusst zu machen, diese zu thematisieren und darauf einen Fokus zu legen (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 93).

Es ist das Ziel der (hochschulischen) Lehre Anfängerinnen und Anfänger auf ihrem Weg zu **Expertinnen und Experten** zu begleiten und damit intuitive Konzepte zu überwinden (vgl. Seel 2003, S. 38).

Expertinnen und Experten zeichnen sich durch ein hohes Interesse am Gegenstand, ein umfangreiches Wissen in einem gut strukturierten Netzwerk, ein bereichsspezifisches Problemlöseschema, eine ausgeprägte Lernfähigkeit und automatisiertes Handlungswissen aus (vgl. Funke & Zumbach 2006, S. 209; Edelman & Wittmann 2012, S. 224; Lind & Sandmann 2003, S. 171; Seel 2003, S. 94). Neue Informationen können von Expertinnen und Experten vergleichsweise leicht in das vorhandene Wissensnetzwerk aufgenommen werden.

Hierfür ist die Generierung von Erfahrungen wesentlich; beim Erwerb von Fertigkeiten und damit der Sammlung von Erfahrungen ist das eigene Tun entscheidend (vgl. Edelman & Wittmann 2012, S. 133ff).

⁶ Engl. Thresholds (der englische Begriff wird hier genannt, da die ursprüngliche Forschung aus dem englischsprachigen Raum kommt. Die deutsche Übersetzung der Begriffe gibt nur bedingt alle Dimensionen des Begriffes wieder.

⁷ Engl. conceptual change (s. o.).

Das konstruktivistische Lernverständnis und die angeführten Theorien zum Wissenserwerb sind die Grundlagen für die Gestaltung des *Inversen Modules*. Das *Inverse Modul* wurde beispielsweise so gestaltet, dass das Sammeln eigener Erfahrungen ermöglicht, gefördert und unterstützt wurde (→ Kapitel IV: Das Inverse Modul).

2. Interesse und Motivation

Die theoretischen Konstrukte Interesse und Motivation wurden in der vorliegenden Arbeit nicht direkt untersucht, dennoch spielten sie in der Erarbeitung des Konzeptes des *Inversen Moduls* eine entscheidende Rolle, es wurden interessens- und motivationsfördernde Lernumgebungen gestaltet. Aus diesem Grund werden sie im Folgenden erläutert und ihre Einflüsse auf das Lernen dargestellt.

Interesse meint zunächst die besondere Beziehung eines Menschen zu einem bestimmten Gegenstand (vgl. Wild et al. 2006, S. 215).

Unter Motivation wird die aktivierende Ausrichtung auf einen bestimmten Zielzustand verstanden (vgl. Wild et al. 2006, S. 212).

2.1 Interesse

In der Pädagogischen Psychologie ist Interesse ein theoretisches Konstrukt, welches die motivationale Grundlage für Bildungsprozesse darstellt. Man spricht von intrinsischer Motivation, wenn die Auseinandersetzung mit einem Gegenstand auf Interesse basiert (vgl. Schiefele 1991, S. 316; Prenzel et al. 2000, S. 13). Die Beziehung einer Person zu einem Gegenstand kann aufgrund besonderer Merkmale hervorgehoben sein. Bestimmte Tätigkeiten, konkrete Objekte oder thematische Bereiche des „Weltwissens“ können der Gegenstand eines Interesses sein. Motivation, die auf Interesse beruht, ist intrinsisch (vgl. Schiefele 1991, S. 301; Krapp & Ryan 2002, S.69; Krapp 2006, S. 287).

Interesse kann folglich erklären, warum sich Studierende mit einem (Lern-) Gegenstand ausführlicher beschäftigen und gute Leistungen erbringen (vgl. Schiefele 1991, S. 301; Looß 2001, S. 194).

„Die Bezeichnung „inter-esse“ beschreibt, (...) eine Relation zwischen Person und Gegenstand. [...] Wie dieser Gegenstand zugeschnitten ist oder verstanden wird, hängt maßgeblich von der Person ab“ (Prenzel et al. 2000, S. 12). Eine Person verfügt über ein gegenstandsspezifisches Wissen, der „Gegenstand“ ist kognitiv repräsentiert (vgl. Krapp 2006, S. 281). Eine gelungene Verbindung von emotionalen und wertbezogenen Merkmalskomponenten ist ein wichtiges Kennzeichen von Interesse (vgl. Krapp 2002, S. 69).

Als emotionale Komponente werden hierbei die überwiegend positiven Gefühle verstanden, die mit der Verwirklichung eines Interesses verbunden werden; die wertbezogene Komponente bezieht sich auf die herausgehobene Stellung, die der Gegenstand für die Person hat (vgl. ebd.). Die wertbezogene Komponente hat dabei nichts mit der positiven Bewertung eines bestimmten Gegenstandes seitens der Person zu tun (vgl. Krapp 2002, S. 70).

Neuropsychologische Befunde erlauben die Vermutung, dass es Ähnlichkeiten zwischen dem Zustand des **Flow-Erlebens** und dem des Interesses gibt. Das kognitive System arbeitet in diesen Zuständen auf optimalem Niveau, gekennzeichnet durch intrinsische Motivation (→ Kapitel II:2.3 Motivation) (vgl. Krapp 1992, S. 38; Krapp 2006, S. 283).

Unter dem Flow-Erleben wird dabei das Aufgehen in einer Tätigkeit verstanden ohne dabei reflektieren zu müssen, welche weiteren Schritte nötig sind und wie die Tätigkeit abläuft (vgl. Krapp 1992, S. 38; Wild et al. 2006, S. 216). Das Wechselspiel aus einem flüssigen Handlungsablauf, der Vertiefung in die Handlung, der mühelosen Konzentration, der optimalen Beanspruchung und dem Vergessen des Raumes und der Zeit, kennzeichnen das Flow-Erleben (vgl. Schiefele 1992, S. 93; Stark & Mandl 2000, S. 99; Wild et al. 2006, S. 216). Die bedeutsamste Bedingung für das Entstehen eines Flow-Erlebens ist dabei die Situation: Die vorgefundenen Anforderungen entsprechen dem Niveau der eigenen Fähigkeiten und erlauben es, die Aufmerksamkeit voll und ganz auf die Tätigkeit zu richten und alle ablenkenden Faktoren auszublenden (vgl. Wild et al. 2006, S. 216).

Die Entwicklung von Interesse ist ebenso wie die der Motivation eng mit der Erfüllung der drei Grundbedürfnisse der Selbstbestimmungstheorie von Deci & Ryan (1985) (→ Kapitel II:2.2 Selbstbestimmungstheorie) verbunden. Insofern ist Interesse „...eine auf Selbstbestimmung beruhende motivationale Komponente des intentionalen⁸ Lernens“ (Krapp 1993, S. 202).

Unterschieden wird zwischen zwei Aspekten der Person-Gegenstands-Relation: Zum einen das **situationale** (aktuelle) Interesse, zum anderen das **individuelle** (dispositionale) Interesse (vgl. Schiefele 1991, S. 302f; Krapp 1992, S. 11ff; Prenzel et al. 2000, S. 13; Seel 2003, S. 93).

Das situationale Interesse einer Person an einem Gegenstand entsteht aus dem aktuellen Erleben einer bestimmten (Lern-)Situation (vgl. Krapp 1992, S. 13f; Wild et al 2006, S. 215).

⁸ Ergänzung der Verfasserin: Unter intentionalem Lernen wird absichtliches Lernen verstanden in Abgrenzung zum impliziten – beiläufigen – Lernen.

Das individuelle Interesse ist eine situationsübergreifende motivationale Disposition/Eigenschaft (vgl. Krapp 1992, S. 12f; Krapp & Ryan 2002, S. 70). Aus diesem Blickwinkel ist Interesse eine relativ stabile Personeneigenschaft und Teil der Identitätsbildung (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 70). Interessen entwickeln sich im Laufe des Lebens ab einem Alter von ca. 2 Jahren. Das individuelle Interesse ist determinierend für eine Vielzahl an Lern- und Laufbahnentscheidungen (vgl. Wild et al. 2006, S. 215).

Sowohl die Entstehung als auch die Veränderung des Interesses weist eine enge Verbindung zur Entwicklung des Selbstkonzepts (→ Kapitel II:4. Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit) des Betreffenden auf (vgl. Krapp 2006, S. 281; Krapp & Ryan 2002, S. 70f). Allerdings führt eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung (→ Kapitel II:4.3 Selbstwirksamkeitserwartung) in einem bestimmten Bereich nicht immer zu einem persönlichen Interesse. Es kann vorkommen, dass eine Person die erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten besitzt, eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung aufweist, aber kein dauerhaftes Interesse entwickelt. Für die Aufrechterhaltung und Entwicklung von Interesse ist allerdings wiederum ein gewisses Maß an Selbstwirksamkeit eine Voraussetzung.

Lernen und Interesse

Eine Steigerung der Effektivität von Lehre scheint besonders erfolgversprechend zu sein, wenn, neben der Integration des Vorwissens, Einfluss auf das Interesse und die Motivation als Grundlage tiefergehender Lernprozesse, genommen wird bzw. werden kann (→ Kapitel II:5. Lernstrategien) (vgl. Looß 2001, S. 10ff; Schiefele 1991, S. 311 und 317; Wild et al. 1992, S. 286; Wild et al. 2006, S. 216; Krapp 2006, S. 284). In zahlreichen Untersuchungen konnte außerdem nachgewiesen werden, dass thematisch hochinteressierte Studierende andere Lese- und Lernstrategien einsetzen und das vorhandene Material intensiver bearbeiten als ihre weniger interessierten Kommilitoninnen und Kommilitonen (vgl. Schiefele 1991, S. 305; Wild et al. 1992, S. 289).

Es lässt sich allerdings kein eindeutiger Zusammenhang zwischen vorhandenem Interesse und dem Lernerfolg⁹ nachweisen, was unter Umständen an den vorherrschenden Bedingungen des schulischen und akademischen Lernens liegen könnte: Prüfungsanforderungen oder Curricula erschweren interessenbestimmtes Lernen (vgl. Krapp 2006, S. 284). Dennoch gibt es Untersuchungen, die nachgewiesen haben, dass das Fachinteres-

⁹ Lernerfolg kann grundsätzlich als das Erreichen selbstgesteckter Lernziele oder Lehrziele verstanden werden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird unter Lernerfolg das Erreichen festgelegter Lehrziele verstanden, vor allem gemessen am Abschneiden in der abschließenden Prüfung. Der Lernerfolg kann sich auf verschiedene kognitive, motorische oder soziale Fähigkeiten und Fertigkeiten beziehen. Im Rahmen dieser Arbeit ist dabei nicht die reine Wiedergabe von Fakten gemeint, sondern immer auch das Verständnis und die Zusammenhänge zwischen Wissensgebieten (vgl. Klein 2011, S. 19).

se regelmäßig mit dem Ergebnis in Hochschulprüfungen korreliert (vgl. Wild et al. 1992, S. 280).

Das Lernverhalten von Studierenden wird weniger von inhaltlichem Interesse, sondern mehr von Vermutungen über die Anforderungen in den jeweiligen Prüfungen determiniert (vgl. Krapp 2006, S. 284). Die interessengesteuerten Lernprozesse sind dennoch besonders intensiv, aktiv, intrinsisch motiviert und wirkungsvoll (vgl. Krapp 1992, S. 41; Schiefele 1992, S. 112).

Diese Verknüpfung lässt sich immer dann besonders gut beobachten, wenn die Lernsituation nicht – oder nur wenig – vorgegeben ist, so z. B. beim autodidaktischen Lernen, bei Freiräumen in der Auswahl und Bearbeitung von Lerngegenständen und dort, wo durch didaktische Maßnahmen das Interesse gesteigert wird (vgl. Krapp 2006, S. 284). Positiv auf die Interessenförderung wirken sich zudem ein geringer Leistungs- und Sozialdruck aus, ebenso wie eine hohe Lernendenzentrierung (vgl. Krapp 2006, S. 287).

Diese Umstände motivierten, die Veranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* so umzugestalten, dass das *Inverse Modul* interessengesteuerte Lernprozesse ermöglicht, z. B. indem Alltagsbezüge und Kontexte in den Arbeitsaufträgen und der Einführung eines Themas verwendet wurden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Interesse bedeutsam für das Lernen ist. Dabei kann der Lehrende einen nicht unerheblichen Einfluss nehmen, z. B. indem er als Modell fungiert und Lernaufgaben interessenorientiert gestaltet. Die Bedeutung von Interesse für den Lernerfolg lässt sich zwar nicht eindeutig beweisen, belegen lässt sich aber der Einfluss von Interesse auf die Nutzung von elaborativen Lernstrategien, welche zu einem tiefergehenden Verständnis führen. Ein positiver Effekt von Interesse auf Emotionen und auf die Motivation ist hinlänglich gezeigt.

Positive, anregende und bewegende Emotionen, die Verhalten begleiten und auf Gegenstandsaspekte bezogen sind, können das Interesse einer Person anzeigen (vgl. Prenzel et al. 2000, S. 13).

2.2 Selbstbestimmungstheorie

Die Selbstbestimmungstheorie hat Einfluss auf die Motivation und damit auf das Lernen. Aus diesem Grund wird sie den Ausführungen zur Motivation vorangestellt. Deci und Ryan (1993) gehen in der Selbstbestimmungstheorie davon aus, dass es drei angeborene menschliche Bedürfnisse gibt, die sowohl für die intrinsische als auch für die extrinsische Motivation bedeutsam sind:

- Bedürfnis nach Kompetenzerfahrung oder Wirksamkeit
- Selbstbestimmung oder Autonomie
- Soziale Eingebundenheit oder Zugehörigkeit (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 229)

Das Bedürfnis nach **Kompetenzerfahrung** bzw. Wirksamkeit des eigenen Verhaltens oder der eigenen Anstrengung, meint das Bedürfnis nach dem Gefühl einer Person, den Anforderungen (selbstgesetzt oder vorgegeben) gerecht werden zu können (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 72). Dieses Gefühl ist die Voraussetzung für die Vorstellung, mit den eigenen Handlungen die Umwelt beeinflussen zu können (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 72).

Unter **Autonomie** bzw. Selbstbestimmung wird die Vereinbarkeit innerhalb einer Person verstanden „zwischen dem, was sie für wichtig hält und gerne tun möchte und den in der aktuellen Situation geforderten Aufgabenstellungen. Selbst wenn sich eine Person kompetent und hoch wirksam fühlt, wird sie keine intrinsische Motivation entwickeln, wenn sie gleichzeitig das Gefühl hat, von außen kontrolliert zu sein (...)“ (Krapp & Ryan 2002, S. 59).

Autonomie ist nicht unabhängig von der sozialen Umwelt einer Person zu verstehen, sondern meint vielmehr, ob die Handlungsgründe einer Person mit den Aufgaben, Gesetzen und Vorgaben/Anforderungen der Umwelt zusammenfallen und sie deshalb freiwillig bereit ist, sie zu befolgen oder als Orientierung zu nutzen (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 65). Die Autonomie bezieht sich auf das Bedürfnis, selbst zu entscheiden, welche Handlungen in der zu bewältigenden Situation sinnvoll sind und sich selbst als „primäre Ursache des Handelns erleben zu wollen (...)“ (Krapp & Ryan 2002, S. 72).

Soziale Eingebundenheit beschreibt das grundlegende Bedürfnis einer Person, mit anderen verbunden zu sein und/oder einer persönlich bedeutsamen Gruppe anzugehören (vgl. ebd.). Der Wunsch von uns als wichtig identifizierten Personen anerkannt und angenommen zu werden, ist eine relevante „Triebfeder“ für motivationales Handeln (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 72f).

Diese drei grundlegenden Bedürfnisse werden als „basic human need“ bezeichnet, weil ihre Befriedigung mit positiven Erfahrungen und Gefühlen verknüpft ist. Zahlreiche Untersuchungen zeigen die funktionale Bedeutung der drei grundlegenden Bedürfnisse für die Entstehung und Aufrechterhaltung von Motivation sowie die selbstbestimmte Motivation und das persönliche Wohlergehen bzw. Wohlbefinden (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 73).

Deci und Ryan (1993) „gehen davon aus, daß hochqualifiziertes¹⁰ Lernen nur durch ein vom individuellen Selbst ausgehendes Engagement erreicht werden kann. Mit anderen Worten: Effektives Lernen ist auf intrinsische Motivation und/oder integrierte Selbstregulation angewiesen“ (Deci & Ryan 1993, S. 233).

Im hochschulischen Lehrbetrieb kann es zu Demotivierung kommen und zwar dann, wenn den Lernenden die Kontrolle über ihr Handeln vorenthalten und in ihre Selbststeuerung eingegriffen wird, wenn sich die Ziele der Veranstaltungen nicht mit den kurz- oder langfristigen Zielen der Lernenden verbinden lassen, wenn es vorwiegend um den Erwerb von Faktenwissen geht und den Lernenden Kompetenzen abgesprochen werden oder das Streben nach sozialer Eingebundenheit verletzt wird (vgl. Stark & Mandl 2000, S. 95). Untersuchungen zeigen, dass erfolgreiche und selbstregulierte Studierende vor allem intrinsisch motiviert sind, an die eigene Kompetenz glauben, eine starke Zielbindung haben und Lernstrategien anwenden, die Tiefenverarbeitung ermöglichen (vgl. Winteler 2000, S. 135). Lernumgebungen können die Studierenden in diesen Bereichen fördern, weshalb im *Inversen Modul* die Lernumgebungen entsprechend gestaltet wurden.

2.3 Motivation

Der Begriff der Motivation bezieht sich auf Prozesse und Strukturen, die das Entstehen und die Effekte des Lernens beschreiben (vgl. Krapp 1993, S. 188). Von Motivation wird gesprochen, wenn Menschen etwas Bestimmtes erreichen wollen und ihr Handeln zweckgerichtet ist. Ihr Wollen zielt auf einen zukünftigen Zustand ab (vgl. Deci & Ryan 1993, S.224). Motivation ist eine psychische Kraft, die Intensität, Beständigkeit und Richtung von Verhalten steuert (vgl. Pekrun 1988, S. 190).

Zu unterscheiden sind Motiv und Motivation: „*Motiv* ist eine personenspezifische Disposition, d. h. eine zeitlich relativ konstante und situationsunabhängige Verhaltenstendenz. *Motivation* ist dagegen ein Komplex verschiedener Organismus- und Umweltvariablen, deren Funktion in einer allgemeinen Aktivierung und spezifischen Orientierung von Erleben und Verhalten besteht“ (Keller 1981, S. 24). Motive können sich lernabhängig entwickeln, was Veränderungen durch pädagogische und/oder didaktische Interventionen ermöglicht (vgl. Seel 2003, S. 83). Die Qualität der Motivation ist wichtig für den Lernerfolg, sie spiegelt wieder, warum eine Person motiviert ist, ein Verhalten zu zeigen (z. B. aufgrund externaler Anreize) (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 58).

¹⁰ Anmerkung der Verfasserin: Gemeint ist hier tiefenorientiertes Lernen.

Zu unterscheiden sind intrinsisch motivierte (z. B. interessengeleitete) und extrinsisch motivierte (z. B. belohnungsorientierte) Verhaltensweisen.

Intrinsische Motivation umfasst Neugier, Spontaneität, Exploration und Interesse an der direkten Umwelt, sie ist der Prototyp selbstbestimmten Verhaltens. Erkennbar ist intrinsisch motiviertes Verhalten immer dann, wenn eine Handlung um ihrer selbst willen ausgeführt wird (vgl. Winteler 2000, S. 134; Krapp & Ryan 2002, S. 58). Zumeist wird zwischen einer **tätigkeitsspezifischen** und einer **gegenstandsspezifischen** intrinsischen Motivation unterschieden; die Motivation ist entweder durch die Ausführung der Handlung oder durch das Interesse an dem Gegenstand ausgelöst (vgl. Seel 2003, S. 83f; Krapp & Ryan 2002, S. 58). In der hochschuldidaktischen Lehre richtet sich der Fokus zumeist auf die gegenstandsspezifische Motivation, die tätigkeitsspezifische Motivation beschränkt sich vor allem auf Freizeitaktivitäten (vgl. Winteler 2000, S. 135).

Neugiermotivation, Anreizmotivation und Erfolgsorientierung gelten als Basis und Entwicklung intrinsischer Motivation (vgl. Seel 2003, S. 85; Edelman & Wittmann 2012, S. 243). Probleme besser verstehen und bewältigen zu können ist das Ziel von Lernenden mit epistemischer Neugier. Solche Lernenden streben nach Erkenntnis. Epistemische Neugier kann durch Zweifel, Überraschung, Unsicherheit, Verwirrung, Konfrontation mit widersprüchlichen Informationen oder Ratlosigkeit angeregt werden (vgl. Stark & Mandl 2000, S. 99).

Intrinsisch motivierte Handlungen können mit Flow-ähnlichen Gefühlszuständen einhergehen, hierfür ist die Passung zwischen Handlungsanforderungen und Fähigkeiten nötig (vgl. ebd.) (→ Kapitel II:2.1 Interesse).

Die **extrinsische Motivation** hingegen wird immer dann sichtbar, wenn Handlungen mit instrumenteller Absicht ausgeführt werden, um ein Ergebnis zu erreichen, dass nicht in einem direkten Zusammenhang mit der Handlung stehen muss (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 225f; Krapp & Ryan 2002, S. 61).

Verhaltensweisen, die extrinsisch motiviert sind, treten in der Regel nicht spontan auf, sondern werden durch Aufforderungen ausgelöst (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 225). Die erwartete (positive) Bestärkung führt in solchen Fällen zu einer Befolgung der Aufforderung (vgl. ebd.).

Es wird davon ausgegangen, dass extrinsische Motivatoren die intrinsisch motivierte Handlung in ihrer gefühlten Selbstbestimmung unterwandern. Deci führte Studien zur Auswirkung externaler Belohnungen auf die intrinsische Motivation durch und konnte zeigen, dass kontrollierende Maßnahmen, die als Druck erlebt werden, die intrinsische Motivation infiltrieren (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 230).

Anders verhält es sich mit Maßnahmen, die Eigeninitiative und Alternativen unterstützen und somit als selbständigkeitsunterstützend erlebt werden, diese halten die intrinsische Motivation aufrecht und verstärken sie (vgl. ebd.). Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass positive Rückmeldungen¹¹ dazu führen können, dass das eigene Kompetenzerleben gefördert und die intrinsische Motivation gesteigert wird. Negatives Feedback hingegen führt zu einer Reduktion der wahrgenommenen Kompetenz und beeinträchtigt damit die intrinsische Motivation (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 231; Krapp & Ryan 2002, S. 64).

In ihrer Selbstbestimmungstheorie der Motivation unterscheiden Deci & Ryan (1993) vier Arten von extrinsischer Verhaltensregulation, die:

- **Externale Regulation:** gemeint sind Handlungen, die ausgeführt werden, um eine Belohnung zu erhalten oder einer Bestrafung zu entgehen. Externale Regulation kann motivieren, allerdings nur so lange, wie die Belohnung oder Bestrafung aufrecht erhalten wird oder einen Anreiz bietet (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 61). Problematisch ist die Qualität der Handlungsergebnisse. Häufig wenden solche Lernerinnen und Lerner Oberflächenstrategien an, sind wenig kreativ und orientieren sich an geringen Qualitätsstandards; auch ist das Wohlbefinden der Lernerinnen und Lerner beeinträchtigt (wenig Freude, Angst, Stress o. ä.) (vgl. ebd.).
- **Introjierte Regulation:** gemeint sind Verhaltensweisen, die aufgrund von internen Anstößen oder einem inneren Druck ausgeführt werden; Selbstachtung („das gehört sich so...“) spielt bei dieser Art der Handlungsmotivation eine wichtige Rolle, das Verhalten ist nicht mehr von außen forciert, aber weiterhin nicht vom Selbst als persönlich bedeutsam antizipiert (vgl. ebd.).
- **Identifizierte Regulation:** gemeint sind Handlungen, die vom Selbst als persönlich wichtig anerkannt sind, das Individuum hat sich mit den zugrunde liegenden Werten oder Ziele identifiziert und sie in das Selbstkonzept (→ Kapitel II:4.1 Selbstkonzept) übernommen (vgl. ebd.).
- **Integrierte Regulation:** ist die Art der extrinsischen Motivation, die am stärksten mit Selbstbestimmung korreliert, das Individuum hat Ziele, Normen und Handlungsstrategien in das kohärente Selbstkonzept aufgenommen (vgl. Deci & Ryan 1993, S. 227f).

Extrinsische Lernmotivation kann das Lernverhalten positiv beeinflussen, solange keine intrinsische Motivation vorhanden ist (vgl. Stark & Mandl 2000, S. 105). Sie kann also effektives Lernen anregen, wenn ein Einklang zwischen der „Belohnung“ und dem

¹¹ Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe Feedback und Rückmeldung synonym verwendet, beide beschreiben eine systematisierte Form des Austausches über den Lern-/Leistungsstand, das Verhalten, das Erleben einer Situation oder einen Prozess.

Bedürfnis nach Kompetenz, Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit gegeben ist (vgl. ebd.).

In Alltagskontexten ist die Motivation meist nicht nur intrinsisch, sondern zusätzlich extrinsisch verortet (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 59).

Zwei Faktoren tragen dafür Sorge, dass Studierende motiviert sind, etwas zu lernen:

- es muss einen Wert für den Lernenden haben, also wichtig sein,
- der Lernende muss eine Erfolgserwartung haben, wenn er beginnt zu lernen (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 35, 55).

Lernen und Motivation

Das erfolgreiche Absolvieren eines Studiums kann durch die Leistungsmotivation, die Überlegenheit gegenüber anderen, dem beruflichen Erfolg sowie einem hohen Interesse am Studienfach begünstigt werden (vgl. Schiefele & Urhahne 2000, S. 190).

Lernmotivation ist eine zentrale Voraussetzung dafür, dass sich Lernende im Rahmen einer Lehrveranstaltung intensiv mit den Inhalten beschäftigen (vgl. Winteler 2000, S. 133). Das Ziel einer Lehrveranstaltung ist es aber auch überdauernde Formen selbstbestimmter Lernmotivation und personaler Interessen anzuregen (vgl. ebd.). Diese können sicher stellen, dass sich die Lernenden über die Präsenzzeit hinaus mit den Themen und Lernmaterialien beschäftigen und sich auf die Lehrveranstaltung vorbereiten bzw. diese nachbereiten (vgl. ebd.).

Es lässt sich festhalten, dass die Schaffung motivationaler Anreize bei der Gestaltung von Lernumgebungen ein entscheidender Faktor für einen erfolgreichen Lernprozess ist. Dafür ist es wichtig:

- die Bedeutsamkeit des Inhaltes (z. B. Ziele und Kontexte),
- die wahrnehmbare Qualität der Lehre (z. B. Strukturiertheit),
- das Interesse der Lehrperson an den Inhalten (z. B. Enthusiasmus),
- die soziale Eingebundenheit des Lernenden (z. B. kooperatives Arbeiten),
- die Kompetenzunterstützung durch den Lehrenden und die Lernumgebung (z. B. Feedback) und
- die Autonomieunterstützung (z. B. selbständige Planung),

zu beachten (vgl. Prenzel 1997, S. 32f; Seel 2003, S. 87). Die Schaffung solcher Lernumgebungen wird im Kapitel II:7. Lernumgebungen ausführlicher betrachtet.

Resümierend hat die Motivation eine entscheidende Funktion für das Lernen.

Auch im Hinblick auf die Motivation kann der Lehrende bei der Gestaltung der Lehr-/Lernprozesse Einfluss nehmen, so kann er für ein positives Arbeitsklima sorgen, die Komponenten der Selbstbestimmungstheorie (Autonomie, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit) berücksichtigen und anregende Lernumgebungen gestalten.

Da davon ausgegangen wird, dass eine günstige Motivation den Einsatz effektiverer Lernstrategien (→ Kapitel II:5. Lernstrategien) zur Folge hat, kann die Lehrperson Maßnahmen ergreifen, die die Motivation unterstützen (vgl. Vollmeyer 2006, S. 223).

3. Einfluss von Emotionen

Emotionen sind innere Bewegtheiten in einer Person als Reaktion aus physiologischer Erregung und Kognition auf persönlich bedeutsam wahrgenommene Situationen (vgl. Seel 2003, S. 380). Emotionen werden durch Kognitionen, Wahrnehmungen und neurochemische Abläufe ausgelöst (vgl. Pekrun 1988, S. 149).

Emotion, Kognition, Interesse und Motivation sind eng miteinander verbunden (vgl. Edelman & Wittmann 2012, S. 234). Emotionen können beim Lernen lern- und leistungsrelevant sein. Zum Beispiel wird in der Forschung gelegentlich Spaß als ein Charakteristikum von Interessenshandlungen oder als Komponente motivierten Lernens verstanden (vgl. Wild et al. 2006, S. 207).

Eine positive Stimmung befördert kreative und holistische Formen des Denkens, negative eher detailfokussierte und analytische Ansätze (vgl. Pekrun & Hofmann 1999, S. 257; Wild et al. 2006, S. 210).

„Eine Erklärung dafür könnte sein, dass man in einer guten Stimmung, (...) eher bereit ist, „riskantere“ Wege des Denkens (und Handelns) zu beschreiten, während man sich in einer negativen Stimmung eher auf relativ einfache und deshalb sicher zu bewältigende Probleme konzentriert“ (Wild et al. 2006, S. 210).

Emotionen können der Auslöser für lern- und prüfungsbezogene Motivation sein, diese verstärken, aufrechterhalten oder schwächen, beispielsweise die Motivation zur Vermeidung von Misserfolg bei Prüfungsangst (vgl. Pekrun & Hofmann 1999, S. 257).

Untersuchungen zur **Prüfungsangst** legen nahe, das Lernende, die ausgeprägte Angst vor einer Prüfung haben, kognitive Einschränkungen im Lernprozess aufweisen, da dieser durch sorgenvolle Gedanken beeinträchtigt wird (vgl. Spitzer 2006a, S. 68; Wild et al. 2006, S. 210). Prüfungsangst minimiert die Fähigkeit kognitiv anspruchsvolle und komplexe Aufgaben zu lösen (vgl. Pekrun & Hofmann 1999, S. 257). Auch andere negative Emotionen wie z. B. Langeweile führen häufiger zum Einsatz oberflächlicher Informationsverarbeitungsstrategien (vgl. Pekrun & Hofmann 1999 S. 258; Wild et al. 2006, S.

210). Positive Emotionen hingegen wie **Lernfreude** und/oder die Hoffnung auf Erfolg haben einen flexibleren Einsatz von Lernstrategien und die häufigere Verwendung tiefenorientierter Strategien zur Folge. „Wir wissen damit nicht nur, dass Lernen bei guter Laune am besten funktioniert, sondern sogar, *warum* Lernen nur bei guter Laune erfolgen sollte. Nur dann nämlich kann das Gelernte später zum Problemlösen überhaupt verwendet werden“ (Spitzer 2006a, S. 68).

4. Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung

Im folgenden Kapitel werden die Konstrukte Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung, die wichtige Determinanten für Lernen sind, vorgestellt und ihre Einflüsse auf Leistung und Lernen erörtert. Dabei werden auch die anhängigen bzw. in der Literatur teilweise synonym verwendeten Begriffe der Selbstwirksamkeitserwartung und des akademischen Selbstkonzepts, eingeführt. Die allgemeine Selbstwirksamkeit wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit bei den Studierenden untersucht.

4.1 Selbstkonzept

Als Selbstkonzept wird das mentale Modell bezeichnet, das eine Person über ihre Fähigkeiten und Eigenschaften bildet (vgl. Moschner & Dickhäuser 2006, S. 685). Personen entwickeln im Laufe ihres Lebens ein „Bild“ von sich selbst, sie nehmen für das Selbstbild relevante Informationen wahr, verarbeiten diese und generalisieren sie. Alle neuen Informationen werden in das Selbstkonzept integriert. Die neuen Informationen haben ihren Ursprung in den Vergleichen des Individuums mit sich selbst und mit anderen (vgl. Martschinke 2006, S. 583).

„Der Begriff „Selbstkonzept“ wird (...) als *deklaratives* Konzept der Kognition einer Person über sich selbst verstanden. Aus der Gesamtheit der Bewertungen der Merkmale, Eigenschaften und Fähigkeiten, die eine Person sich selbst zuschreibt, resultiert (...) das globale Selbstwertgefühl (...)“ (Moschner & Dickhäuser 2006, S. 685).

Zur Entwicklung des Selbstkonzeptes sei angemerkt, dass die sozialen Erfahrungen der Person als bedeutende Quelle ihres selbstbezogenen Wissens angesehen werden können. Direktes oder indirektes Feedback aus diversen zentralen sozialen Bezugsgruppen und die „Draufsicht“ auf das eigene Verhalten sorgen für die Entstehung bestimmter Annahmen über die eigene Person (vgl. Moschner & Dickhäuser 2006, S. 686). Im Laufe des Lebens ändern sich sowohl die Bezugsgruppen, die Einfluss auf das Selbstkonzept nehmen, als auch die Bewertung der Bedeutsamkeit der jeweiligen Gruppen. Bei Studierenden nehmen vor allem die Rückmeldungen der Kommilitoninnen und Kommilitonen und der Lehrenden Einfluss auf das Selbstkonzept (vgl. ebd.).

Das Selbstkonzept ist hierarchisch organisiert, es gibt ein globales Selbstkonzept, mit den Unterkategorien des akademischen/schulischen Selbstkonzeptes und dem fachspezifischen, akademischen Selbstkonzept (vgl. Zimmermann 2000, S. 84). Die Selbstwirksamkeit korreliert mit dem fachspezifischen, akademischen Selbstkonzept, wobei die Selbstwirksamkeitsmessung zuverlässigere Vorhersagen auf Verhalten und Erfolg trifft (vgl. Zimmermann 2000, S. 85).

Das dynamische Geschehen des ständigen Ausbaus und der Umgestaltung des Selbst ist eng mit der Entwicklung individueller (bedeutsamer) Interessen verknüpft (vgl. Krapp 2006, S. 285). So können sich aufgrund neuer Aspekte im Selbst neue Interessen entwickeln.

4.2 Akademisches Selbstkonzept

Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Selbstwirksamkeit und dem akademischen Selbstkonzept. Vermutet wird, dass eine Person insbesondere in solchen Bereichen eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung hat, in denen auch ihr fähigkeitsbezogenes Selbstkonzept hoch ist (vgl. Schiefele & Urhahne 2000, S. 185).

Eine leicht optimistische Überhöhung des Selbstkonzeptes kann als zusätzlicher Antrieb für die Leistungsentwicklung dienen (vgl. Martschinke, 2006, S. 586). Einige Untersuchungen belegen, dass Leistungserfolg die Entwicklung des Selbstkonzepts bestärkt (vgl. ebd.). Es gibt „aber auch Hinweise, dass in sensiblen Übergangsphasen, z. B. Schulanfang und Übertritt, die gegensätzliche Kausalrichtung dominiert oder zumindest mitbestimmend ist“ (ebd).

Eine Stärkung des akademischen¹² Selbstkonzepts gilt als Möglichkeit der Leistungsverbesserung und die Verbesserung der Leistungen verbessert das Selbstkonzept. Studien belegen einen wechselseitigen Effekt zwischen Selbstkonzept und Leistung (vgl. Moschner & Dickhäuser 2006, S. 688).

4.3 Selbstwirksamkeitserwartung

Das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung oder auch (optimistischen) Kompetenzerwartung, wurde von Bandura (1977) geprägt. Die Selbstwirksamkeitserwartung beschreibt die Überzeugung eines Menschen, dass für ein bestimmtes Ergebnis notwendige Verhalten erfolgreich ausführen zu können (vgl. Moschner & Dickhäuser 2006, S. 685; Hinz et al. 2006, S. 26; Schiefele & Urhahne 2000, S. 185). Selbstwirksamkeitserwartung be-

¹² In der Literatur wird das akademische Selbstkonzept auch als schulisches Selbstkonzept bezeichnet, im Rahmen dieser Arbeit wird aufgrund der Zielgruppe Studierende nur vom akademischen Selbstkonzept gesprochen.

zeichnet demzufolge das Vertrauen einer Person in die eigene Kompetenz, auch in schwierigen Situationen oder Handlungsnotwendigkeiten erfolgreich zu sein (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 39).

Die Selbstwirksamkeitserwartung ist ein wesentlicher Teil der sozial-kognitiven Theorie (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2003, S. 35; Hinz et al. 2006, S. 26). Dieser zufolge werden motivationale, emotionale, kognitive und aktionale Prozesse durch subjektive Überzeugungen gesteuert, insbesondere durch die Handlungs-Ergebnis-Erwartung (Konsequenz-erwartungen) und die Selbstwirksamkeitserwartungen (Kompetenzüberzeugungen). Handlungs-Ergebnis-Erwartungen beziehen sich auf Verhalten, das für spezifische Prozesse notwendig ist (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2003, S. 35). In der **Konsequenz-erwartung** werden nicht unbedingt eigene Fähigkeiten berücksichtigt, sondern ob universelle Zusammenhänge zwischen Handlung und Ergebnis denkbar sind (vgl. ebd.). Die **Kompetenzüberzeugung** umfasst notwendigerweise einen Selbstbezug: „Bin ich in der Lage, mir die Kenntnisse für die Prüfung anzueignen?“ (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2003, S. 36).

Selbstwirksamkeitserwartungen sind ein Zusammenspiel aus der Einschätzung eigener Fähigkeiten und situativer Erfordernisse. Die Person schätzt ab, inwieweit die individuellen Fähigkeiten in „situationsadäquate Handlungen umgesetzt werden können“ (Moschner & Dickhäuser 2006, S. 685).

Die wahrgenommene Selbstwirksamkeitserwartung entscheidet darüber, für welche Verhaltensweise sich das Individuum entscheidet, wie viel Anstrengung sie zeigt und wie viel Ausdauer sie im Falle von Hindernissen und Misserfolgen investiert. Außerdem wird entschieden, ob in der Verhalten auslösenden Situation verhaltensförderliche oder hinderliche Gedanken ablaufen, welches Stressausmaß Menschen erleben und welches Bewältigungsverhalten sie bei Misserfolgen an den Tag legen (vgl. Bandura, 1977, S. 191; Jonas & Brömer 2002, S. 278; Scholz et al. 2002, S. 242).

Eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung beeinflusst das Maß an Ausdauer und Anstrengung sowie die Art der eingesetzten Strategien und die Güte der Leistung (vgl. Jonas & Brömer 2002, S. 285; Scholz et al. 2002, S. 243).

In Banduras Konzept wird eine strikte Trennung zwischen der **Ergebniserwartung** und der **Wirksamkeitserwartung** vollzogen (vgl. Köller & Möller 2006, S. 693). Diese Trennung ist entscheidend, weil „Personen zwar einerseits davon überzeugt sein können, dass ein Verhalten zu bestimmten Ergebnissen führt, sie aber andererseits das Verhalten nicht ausführen werden, wenn sie an ihrer Selbstwirksamkeit zweifeln (...)“ (Jonas & Brömer 2002, S. 285).

Selbstwirksamkeitserwartung wird insbesondere dann handlungsleitend, wenn Personen auf Schwierigkeiten stoßen. Während die Ergebniserwartung konkretisiert, welches Verhalten erfolgreich oder nicht erfolgreich ist, thematisiert die Wirksamkeitserwartung die Einschätzung einer Person, das erforderliche Verhalten überhaupt zu zeigen (vgl. Köller & Möller 2006, S. 693).

Selbstwirksamkeitseinschätzungen sind veränderliche Größen, die sich, je nach zur Verfügung stehenden Informationen und deren Passfähigkeit, in bestehende Überzeugungen wandeln können. Wahrgenommene Selbstwirksamkeit ist das Ergebnis vielfältiger Schlussfolgerungen. Das Individuum bezieht neben der persönlichen Involviertheit in das Verhalten auch die entsprechenden Anteile sozialer und situativer Einflussfaktoren auf das Verhalten ein und zieht daraus Schlussfolgerungen (vgl. Jonas & Brömer 2002, S. 288).

Bandura (1977, 1997) unterscheidet vier verschiedene Informationsquellen, die zentral für die Selbstwirksamkeitserwartung sind:

- ▶ *„Bewältigungserfahrungen* (Erfolg vs. Misserfolg),
- ▶ *Stellvertretende Erfahrungen*, bei denen sich Selbstwirksamkeit aus der Beobachtung eines erfolgreichen/erfolglosen Modells speist (...),
- ▶ *Rückmeldungen* durch Dritte und
- ▶ *Physiologische und affektive Zustände*, bei denen Personen auf Grund ihrer starken Erregung in einer Leistungssituation auf Kompetenzmangel schließen“ (Köller und Möller 2006, S. 693).

Bewältigungserfahrungen

Bewältigungserfahrungen sind die größte Informationsquelle auf die Selbstwirksamkeit, weil sie sich aus persönlichen Erfahrungen speisen (vgl. Zimmermann, 2000 S. 88). Haben Lernende erfahren, dass sich Anstrengung auszahlt und das Wissen zunimmt, stärkt diese Erfahrung ihre Selbstwirksamkeit. Alsdann haben Misserfolge kaum noch einen schädigenden Einfluss, sondern können konstruktiv in künftiges Verhalten umgesetzt werden (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42). Vor allem das Setzen von angemessenen Nahzielen und die Unterstützung von Bewältigungsstrategien helfen bei der Entwicklung, Stabilisierung und dem Wachstum einer starken Selbstwirksamkeit (vgl. ebd.).

Reaktionen auf Misserfolge werden auch davon beeinflusst, welchen Blickwinkel die Person auf die eigenen Fähigkeiten hat. Sieht sie diese als eine unveränderbare Gegebenheit, führt ein Misserfolg zu einer negativen Selbsteinschätzung und langfristig zu einer

Vermeidung entsprechender Situationen oder schwieriger Aufgaben (vgl. Jonas & Brömer 2000, S. 290).

Sieht die Personen hingegen die eigenen Fähigkeiten als dynamisch und veränderlich an, führen Misserfolge nicht zwangsläufig zu einer negativen Selbsteinschätzung, solche Personen steigern nach einem Misserfolg eher ihre Anstrengung „und nicht die absolute Leistung sondern der persönliche Fortschritt ist dann ausschlaggebend für die Zufriedenheit“ (ebd.) bei der Bewältigung einer Aufgabe. Hat eine Person mit einem spezifischen Verhalten keine Erfahrung, kann die erste Erfahrung schnell zu einer Unter- oder Überschätzung der individuellen Selbstwirksamkeitserwartung führen (vgl. Jonas & Brömer 2002, S. 288).

Aber nicht nur die Bewältigungserfahrungen haben einen Einfluss auf die Selbstwirksamkeit, auch die Selbstwirksamkeit selbst beeinflusst, wie gemachte Erfahrungen verarbeitet und implementiert werden. Ursachenzuschreibungen und die Wahrnehmung der eigenen Selbstwirksamkeit beeinflussen sich gegenseitig und hängen eng zusammen (vgl. ebd.). Eine hohe wahrgenommene Selbstwirksamkeit führt dazu, dass Personen Misserfolg eher äußeren Umständen und mangelnder Anstrengung zuschreiben, wohingegen Personen mit geringer Selbstwirksamkeit die Ursachen eher mit mangelnden Fähigkeiten attribuieren (vgl. ebd.). Es konnte außerdem gezeigt werden, dass die internale Zuschreibung von Erfolgen einen positiven Effekt auf die Selbstwirksamkeitserwartung hat, während die umgekehrte Ursachenzuschreibung einen negativen Effekt hat (vgl. ebd.).

Stellvertretende Erfahrungen

Unter stellvertretenden Erfahrungen werden Beobachtung und Nachahmung von Modellen verstanden. Erfährt eine Person eine Situation, mit der sie bislang keine eigenen Erfahrungen gemacht hat oder bei der nicht eindeutig ist, welche Verhaltensweise als adäquat eingestuft werden kann, orientiert sie sich an der Beobachtung anderer (vgl. Jonas & Brömer 2000, S. 289).

Ein besonders geeignetes Vorbild sind solche Personen, die der eigenen Persönlichkeit ähnlich sind und die vergleichbare Voraussetzungen haben. Die Bewältigung einer Situation durch Personen, die als Vorbild wahrgenommen werden, wirkt sich vorhersagend auf die eigenen Fertigkeiten aus (vgl. ebd.). Das Modell wird insbesondere dann als geeignet wahrgenommen, wenn die Schwierigkeiten, mit denen die Person konfrontiert wird und die Bewältigungsoptionen, die sie ergreift, deutlich kommuniziert werden (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 43).

Rückmeldung durch Dritte

Rückmeldungen durch Dritte werden als verbale Informationsvermittlung verstanden. Um wirkungsvoll für die Selbstwirksamkeitserwartung zu sein, muss sich ein Feedback (→ Kapitel III:2.2 Feedback) auf soziale oder objektive Vergleichsstandards beziehen und zwar insbesondere dann, wenn es für eine Person nicht oder nur schwer erkennbar ist, wie gut ihr die Bewältigung einer Situation gelungen ist (vgl. Jonas & Brömer 2000, S. 289). Rückmeldungen durch Dritte können als Ersatz für die wahrgenommene Selbstwirksamkeitserwartung dienen, wenn keine sozialen Vergleichsmöglichkeiten vorhanden sind, d. h. Personen keine Möglichkeit haben, sich mit anderen zu vergleichen. Je glaubwürdiger, informativer und objektiver das Feedback ist, umso eher kann es die Selbstwirksamkeit positiv beeinflussen (vgl. ebd.).

Rückmeldungen durch die Lehrperson beziehen sich bestenfalls auf Lernziele und beschreiben das Vorgehen für eine Aufgabenbewältigung, den Prozess oder die Selbstregulation des Lernenden (→ Kapitel III:2.2 Feedback) (vgl. Hattie¹³ 2013, S. 209).

Physiologische und affektive Zustände

Die Selbstwirksamkeitserwartung gründet sich zudem auf den physiologischen und affektiven Zuständen einer Person, wie z. B. Stress, Ermüdungserscheinungen und andere Emotionen (vgl. Zimmermann 2000, S. 88). Physiologische Erregungsstände sind meist diffus, so dass deren Bedeutungszuweisung teilweise von der kognitiven Interpretation abhängig ist (vgl. Jonas & Brömer 2002, S. 290). Hohe empfundene Erregungen können Zweifel an der eigenen Kompetenz aufkommen lassen und deshalb die Verhaltensaushführung stören. Auch körperliche Signale wie Erschöpfung können zu einer niedrig wahrgenommenen Selbstwirksamkeit beitragen (vgl. ebd.).

4.4 Selbstwirksamkeitserwartung und Motivation

Selbstwirksamkeit ist eine entscheidende Einflussgröße auf **motivationale Variablen** (vgl. Köller & Möller 2006, S. 697f). Sie lässt sich von verwandten Konstrukten, z. B. dem schulischen/akademischen Selbstkonzept abgrenzen und eignet sich als Prädiktor für Leistungen sowie den Zusammenhang zwischen selbstreguliertem Lernen und Lernerfolg (vgl. ebd.). Ein Einfluss von Selbstwirksamkeitserwartungen auf die Ausdauer und Beharr-

¹³ Die Hattie-Studie mit dem Titel „Visible Learning“ (2008) und die deutsche Übersetzung von 2013 hat für zahlreiche Diskussionen auch unter Hochschuldidaktikerinnen und Hochschuldidaktikern gesorgt, dabei stand die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem angelsächsischen Schulsystem auf das deutsche Hochschulsystem im Mittelpunkt der Diskussion. Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Aspekte aus der Hattie-Studie sind nach Ansicht der Verfasserin auf die Hochschule insofern übertragbar, als dass sie nicht als Patentrezept für gelungene Lehr-/Lernsettings verstanden werden, sondern die Vielfalt von Lernsettings darstellen, um den Lernerfolg der Studierenden bestmöglich zu unterstützen (vgl. hierzu auch Wendorff 2014: Die Hattie-Studie und sinnvolle Folgerungen für die Hochschullehre).

lichkeit sowie den erfolgreichen Abschluss von Prüfungen konnten nachgewiesen werden (vgl. Zimmermann 2000, S. 86).

Zimmermann (2000) postuliert, dass eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung zu effektiven und tiefenverarbeitenden Lernstrategien (→ Kapitel II:5. Lernstrategien) führt, diese wiederum fördern den Prozess des Wissenserwerbs (vgl. Köller & Möller 2006, S. 698). Auch die Problemlösefähigkeit ist bei Lernenden mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung besser, als bei Lernenden mit einer niedrigeren Selbstwirksamkeitserwartung (vgl. Zimmermann 2000, S. 87). Erhalten Lernende die Möglichkeit, komplexe Problemsituationen zu bewältigen, erfahren sie, wie sich die eigene Kompetenz vergrößert: Kompetenz und Leistungsmotivation werden gefördert. Sind die Lernenden erfolgreich, hat dies positive Auswirkungen auf die Selbstwirksamkeit und die Selbstbestimmung sowie das Flow-Erleben (vgl. Stark & Mandl 2000, S. 100).

Ziel des Lehrens muss es also sein, die Selbstwirksamkeitserwartung der Lernenden zu fördern, u. a. in Form von Kompetenzerleben (vgl. Köller & Möller 2006, S. 698). Lehrende können nachweislich einen Einfluss auf die Selbstwirksamkeit nehmen (vgl. Zimmermann 2000, S. 87).

Da die Selbstwirksamkeit ein variables Konstrukt ist, ist eine Einflussnahme über direkte oder stellvertretende, verbale oder physiologische Instruktionen möglich (vgl. Zimmermann 2000, S. 88). Instruktionen spielen folglich in der Entwicklung des Lernenden eine für die Entstehung von Kompetenzen entscheidende Rolle (vgl. Zimmermann 2000, S. 89).

„Die (...) Forschungsergebnisse von RYAN (1982) und anderen Autoren haben jedoch gezeigt, daß Selbstwirksamkeitserwartungen für das Entstehen intrinsischer Motivation zwar wichtig, aber keineswegs hinreichend sind. Nur wenn Gefühle der Kompetenz und Selbstwirksamkeit zusammen mit dem Erleben von Autonomie auftreten, haben sie Einfluß auf die intrinsische Motivation (...)“ (Deci & Ryan 1993, S. 231).

Es scheint evident, dass Lernende mit einer höheren Selbstwirksamkeitserwartung bereit sind, ausdauernder zu arbeiten und bei auftretenden Schwierigkeiten weniger ungünstige emotionale Reaktionen (wie Angst und Stress) zu zeigen (vgl. Zimmermann 2000, S. 86). Die höhere Motivation und Selbstregulation von Lernenden mit einer hohen Selbstwirksamkeit führen zu besseren Leistungen (vgl. Zimmermann 2000, S. 88).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die psychologischen Konstrukte der Selbstwirksamkeitserwartung und des Selbstkonzeptes auf das Lernen Einfluss nehmen. Dabei spielen verschiedene Faktoren für den Aufbau und die Ausprägung der Selbstwirksam-

keitserwartung eine Rolle; so sind beispielsweise Rückmeldungen durch andere, der Abgleich der eigenen Leistungen mit anderen und affektive Zustände Determinanten der Selbstwirksamkeitserwartung.

5. Lernstrategien

Die bereits mehrfach angesprochenen Lernstrategien werden in diesem Kapitel ausführlicher dargestellt. Dabei wird neben ihrer Klassifizierung auch auf ihre Entwicklung und ihren Einfluss auf den Lernerfolg z. B. durch Arten der Stoffverarbeitung eingegangen.

Definitionen zu Lernstrategien, Lerntypen, Lernstilen, Lernorientierungen und kognitiven Stilen überschneiden sich und widersprechen sich teilweise (vgl. Looß 2007, S. 142). „Insgesamt geht es um die Beschreibung und Erklärung mehr oder weniger komplexer, unterschiedlich weit generalisierter bzw. generalisierbarer, bewusst aber auch unbewusst eingesetzter Vorgehensweisen (Verhaltensweisen und Kognitionen) beim Wissenserwerb, wobei das selbst gesteuerte Lernen im Zentrum steht“ (ebd.).

Zurückkehrend zum Erwerb von Wissen, Kenntnissen und Kompetenzen ist dieser Erwerb die Folge eines Informationsverarbeitungsprozesses (vgl. Wild & Wild 2001, S. 3). Informationsverarbeitung kann durch Lernstrategien gesteuert werden. Lernstrategien sind vom Lernenden – mindestens zu Beginn – bewusst eingesetzte Abfolgen von Handlungen, die auf das Lernen bezogen werden und die das Ziel haben, das Lernen zu optimieren (vgl. Lind & Sandmann 2003, S. 172; Steiner 2006, S. 198; Krauß 2012, S. 19). Sie sind im Gedächtnissystem abrufbare Taktiken, Techniken oder Handlungspläne, die zur Bewältigung eines Problems herangezogen werden können (vgl. Looß 2001, S. 189). Je nach Kompetenz und Neigung bevorzugen Lernende unterschiedliche Strategien und beurteilen andere als unangemessen oder gar ineffektiv (vgl. Wild & Wild 2001, S. 3). Lernstrategien lassen sich nicht nur auf kognitive Prozesse beziehen, sondern auch auf die Steuerung motivationaler und affektiver Zustände (vgl. Wild et al. 2006, S. 245).

In dieser Arbeit werden Lernstrategien verstanden als bewusst oder unbewusst eingesetzte Handlungen zur Bewältigung eines Problems oder einer Aufgabe, um den Prozess des Wissenserwerbs und die Motivation zu steuern.

In der Forschung werden zahlreiche Unterscheidungen für die Einteilung von Lernstrategien vorgenommen, hier wird die folgende Einteilung genutzt, die drei große Bereiche unterscheidet (→ Abbildung 2):

- **Kognitive Lernstrategien:** Wiederholungs-, Elaborations- und Organisationsstrategien sowie das kritische Prüfen sind die sogenannten kognitiven Lernstrategien.

- **Metakognitive Lernstrategien:** Von den kognitiven Lernstrategien werden die metakognitiven Lernstrategien abgegrenzt: Planung, Kontrolle und Regulation von Lernaktivitäten. Die Analyse der Anforderungen der jeweiligen Lernsituation gehört dabei zur Planung. Lernen an sich wird kontrolliert, z. B. durch die Überprüfung des Verstehens.
- **Ressourcenorientierte Lernstrategien:** Eine weitere große Gruppe von Lernstrategien umfasst die ressourcenorientierten Strategien. Zu den ressourcenorientierten Strategien zählen beispielsweise das Anstrengungsmanagement, das Aufmerksamkeitsmanagement und das Zeitmanagement sowie die Gestaltung der Lern- und Arbeitsumgebung sowie die Verwendung von Literatur (vgl. Looß 2007, S. 143).

Folgend werden die drei im Rahmen dieser Arbeit genutzten Gruppen weiter ausgeführt, dabei werden auch Tätigkeiten dargestellt, die mit den jeweiligen Lernstrategien verbunden sind.

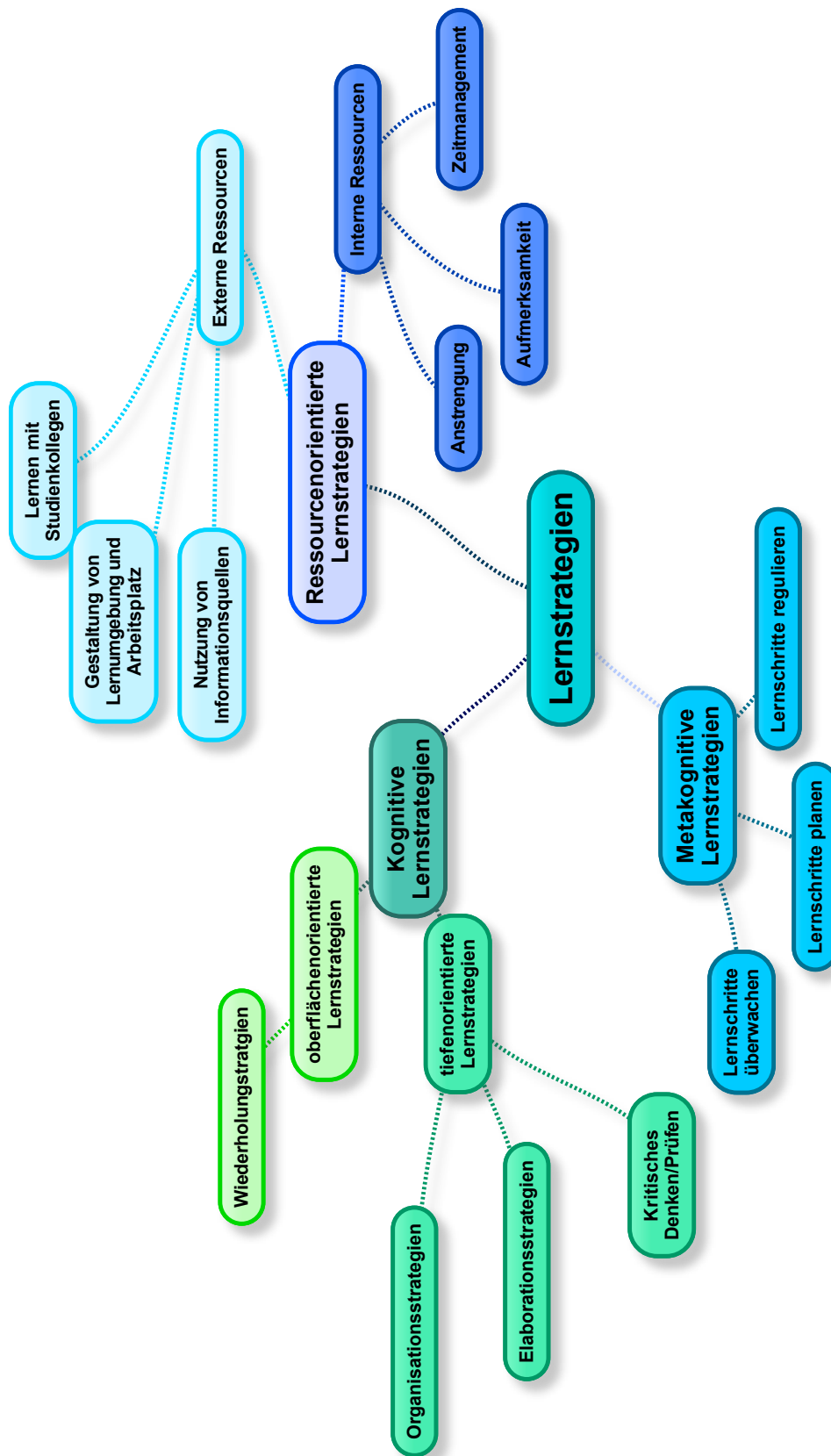


Abbildung 2 Lernstrategien (eigene Darstellung)

5.1 Kognitive Lernstrategien

Als kognitive Lernstrategien werden solche Lernhandlungen verstanden, die der unmittelbaren Informationsaufnahme und -verarbeitung dienen. Unterschieden werden die vier Bereiche Organisieren, Elaborieren, Kritisches Denken/Prüfen und Wiederholen (vgl. Wild & Wild 2001, S. 5f; Krauß 2012, S. 23):

- *Wiederholungsstrategien:* Wiederholungsstrategien werden zu den **Oberflächenstrategien** gezählt, sie dienen vornehmlich dem Auswendiglernen von Faktenwissen (vgl. Lind & Sandmann 2003, S. 174). Sie sind hauptsächlich in solchen Lernsituationen funktional, die der Prüfungsvorbereitung (vor allem bei Faktenprüfungen) dienen und in denen der Lernende kein besonderes inhaltliches Interesse hat (vgl. Wild & Wild 2001, S. 9). Durch das einfache Wiederholen von Fakten versucht der Lernende eine Verankerung im Langzeitgedächtnis zu erreichen. Auch Regeln und Zusammenhänge können mittels Wiederholungsstrategien in langfristiges Wissen überführt werden:
 - Wiederholtes Durcharbeiten von Wortlisten/Übungen/Formeln
 - Eigene Aufzeichnungen mehrfach lesen
 - Schlüsselbegriffe auswendig lernen
 - Fakten durchlesen und auswendig vorsagen
- *Elaborieren:* Elaborationsstrategien hingegen zielen auf ein **tieferes Verständnis** des Stoffes ab; bei ihrem Einsatz werden Verknüpfungen zum Vorwissen und der Transfer auf andere Wissensbereiche geschaffen. Das Anwenden des Gelernten ist ebenfalls eine Elaborationsstrategie. Beim Elaborieren hat die Lernhandlung eher das Verständnis des Lernstoffes zum Ziel hat (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 3). Elaborationsstrategien integrieren neues Wissen in vorhandene Wissensstrukturen bzw. Netzwerke:
 - Bildung von Analogien zu bereits bestehenden Wissensstrukturen und vorhandenen Zusammenhängen
 - Verknüpfung des neuen Wissens mit Alltagsbezügen und Beispielen
 - Herstellen von Bezügen zwischen den neuen Inhalten und dem Wissen aus anderen Veranstaltungen
 - Selbständiges Erarbeiten von Beispielen
 - Erdenken von Anwendungsmöglichkeiten (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 2)
- *Organisieren:* Die Organisationsstrategien sind häufig Methoden zur Reduktion der Stoffmenge, dabei werden Inhalte neu strukturiert (vgl. Lind & Sandmann 2003, S. 174; Looß, 2007, S. 143). Organisationsstrategien sind sowohl für tiefenorientierte

als auch für oberflächenorientierte Strategien hilfreiche Lerntätigkeiten. Zum einen können sie Inhalte so strukturieren, dass das Verstehen erleichtert wird, zum anderen kann die Anwendung von Organisationsstrategien die Inhalte in solche Teile untergliedern, die das Auswendiglernen erleichtern (vgl. Wild & Wild 2001, S. 9; Mandl & Friedrich 2006, S. 4). Alle Lernaktivitäten, die der Stofforganisation dienen, fallen unter diesen Bereich, das Ziel ist es, die gewünschten Informationen in eine leichter zu verarbeitende Form zu bringen:

- Identifizieren wichtiger Fakten
 - Kennzeichnen wichtiger Textstellen
 - Zusammenstellen von Fachausdrücken, -vokabeln oder Formeln und Definitionen
 - Erstellen von Zusammenfassungen und Gliederungen
 - Anfertigen von Tabellen, Diagrammen, Skizzen, Mind Maps, um den Stoff besser zu strukturieren
- *Kritisches Denken/Prüfen*: Ist eine **tiefenorientierte Lernstrategie**. Das Verständnis für den Inhalt wird durch das Prüfen von Aussagen, Zusammenhängen und Begründungen vertieft, diese Strategie ist mit der Elaboration eng verwandt. „Diese Lernstrategie kommt bei *komplexen Lernaufgaben* insbesondere dann zur Anwendung, wenn der Lerngegenstand nicht mit den vorhandenen Konzepten übereinstimmt bzw. ergänzende Gedankengänge aktiviert und erschließt“ (Krauß 2012, S. 26).

Zu den Strategien des Kritischen Prüfens zählen folgende Lernaktivitäten:

- Prüfung der Schlüssigkeit
- Prüfen der Belege
- Nachdenken über Alternativen
- Vergleich verschiedener Konzepte

Alle Strategien können **kombiniert** eingesetzt werden, ihr Einsatz richtet sich nach den individuellen Präferenzen und den speziellen Anforderungen der Situation/Aufgabe oder des Fachs (vgl. Wild & Wild 2001, S. 9).

Im Studium erscheint es wünschenswert, dass die Lernaktivitäten über das reine Wiederholen hinausgehen, die Inhalte kritisch geprüft und mit vorhandenem Wissen verknüpft werden, so dass das Wissen langfristig im Gedächtnis der Studierenden abrufbar sowie konstruktiv und flexibel einsetzbar ist. Im *Inversen Modul* wurden deshalb Aufgaben gestellt, die diesen Strategieeinsatz befördern.

5.2 Metakognitive Strategien

Metakognitive Strategien dienen der Steuerung des Lernprozesses: der Planung, der Überwachung, der Bewertung und der Regulation (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 5; Wild & Wild 2001, S. 10). Diese Strategien werden auch als Selbstkontroll- und Selbstregulationsstrategien bezeichnet. Metakognitive Strategien sind selbstreflexiv (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 5). Der Einsatz kognitiver Strategien wird durch metakognitive Strategien bestimmt.

Selbstregulierte Lernhandlungen können verstanden werden als aktive Gestaltung des Lernprozesses durch das Individuum und die Anpassung desselben durch eine Feedbackschleife (vgl. Leutner & Leopold 2006, S. 168). Die Selbstregulation ist dabei determiniert durch kognitive, motivationale und kontextbezogene Faktoren und richtet sich nach individuellen Zielen des Lernenden (vgl. ebd.).

Zunehmend legen Forschungsergebnisse nahe, dass metakognitive Prozesse für nicht anspruchsvolle Transfer- und Wissensanwendungsaufgaben eine wesentliche Rolle spielen (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 5).

5.3 Ressourcenorientierte Strategien

Kognitive und metakognitive Strategien werden häufig als Primärstrategien bezeichnet, da sie sich direkt auf den Inhalt beziehen (vgl. Wild & Wild 2001, S. 12).

Ressourcenorientierte Strategien werden hingegen als Sekundärstrategien bezeichnet. Sie werden unterschieden in interne (emotional-motivationale) Ressourcen und externe Ressourcen (Lernen mit anderen und Gestaltung der Lernumgebung) (vgl. Krauß 2012, S. 23). Optimales Lernen kann nur dann vollzogen werden, wenn auch alle Strategiearten entsprechend dem Ziel aktiviert werden können: Kognitiv, metakognitiv und ressourcenorientierte Strategien (vgl. Wild & Wild 2001, S. 12).

Ob kognitive und metakognitive Strategien in einer konkreten Situation zum Einsatz kommen, hängt von motivationalen Bedingungen ab, also von **internen Ressourcen** des Lernenden (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 7).

Es wird vermutet, dass emotional-motivationale Strategien das Lernen indirekt beeinflussen, z. B. bei der Wahl der Aufgaben, dem spezifischen Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien sowie der Ausdauer und Anstrengungsbereitschaft des Lernenden (vgl. Wild & Wild 2001, S. 12; Mandl & Friedrich 2006, S. 7).

Die Anstrengung, die Lernende einsetzen, können erheblich schwanken, Lernende, die bereit sind, vermehrt Anstrengung aufzubringen, zeichnen sich z. B. dadurch aus, dass sie sich auch anstrengen, wenn ihnen die Inhalte überhaupt nicht liegen oder nicht aufgeben, obwohl der Stoff schwierig ist (vgl. Wild & Wild 2001, S. 13).

Unter Aufmerksamkeitsstrategien werden solche Aktivitäten verstanden, die Lernende einsetzen, um selten mit den Gedanken abzuschweifen und beim Lernen über lange Phasen hinweg konzentriert zu sein (vgl. Wild & Wild 2001, S. 14).

Zum internen Ressourcenmanagement gehört außerdem der effektive Einsatz der Lernzeit (vgl. Krauß 2012, S. 23). Dies zeichnet sich dadurch aus, dass die Lernenden frühzeitig mit dem Lernen beginnen sowie bestimmte Zeiten festgelegt werden, zu denen gelernt wird (vgl. Wild & Wild 2001, S. 14).

Externe ressourcenorientierte Strategien beziehen sich zum einen auf das Lernen mit anderen, zum anderen auf die Gestaltung der Lernumgebung (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 8f).

Unter den Ausdruck „Lernen mit anderen“ fallen das Bilden von Arbeits- und Lerngruppen und die Hilfe durch andere (vgl. Krauß 2012, S. 23). Dabei bilden selbstgesteuerte individuelle Lernprozesse und kooperative Lernformen keinen Gegensatz, sondern ergänzen und fördern sich gegenseitig (vgl. Wild & Wild 2001, S. 15). „In kooperativen Lernsituationen – etwa in der Partner- oder Gruppenarbeit – können Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen der Studienkollegen kennen gelernt und für die Einzelarbeit genutzt werden“ (ebd.).

Lernen durch die Gestaltung der Lernumgebung bezieht sich auf die Auswahl des Lernortes, das Vorhandensein der notwendigen Materialien und die Nutzung von Medien (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 9; Wild & Wild 2001, S. 14).

Bei der Nutzung von Medien werden zusätzliche Informationsquellen wie z. B. Lexika, Nachschlagewerke oder Internetquellen subsumiert (vgl. Wild & Wild 2001, S. 14).

5.4 Entwicklung und Einsatz von Lernstrategien

Die Entwicklung neuer Strategien kann als ein Prozess fortwährender Ausdifferenzierung und Stabilisierung sowie Flexibilisierung beschrieben werden. Lernstrategien und ihre situationsangemessene Anwendung verlangen den Einsatz metakognitiver Fertigkeiten, die sich im Verlauf der Kindheit und Jugend entwickeln (vgl. Wild et al. 2006, S. 250; Krauß 2012, S. 49). Von entscheidender Bedeutung sind dabei die Fähigkeiten, das eigene Lernen kritisch zu betrachten und zu planen und daraus Konsequenzen abzuleiten. Der Einsatz von Lernstrategien hängt aber nicht nur von metakognitiven Fertigkeiten ab, sondern auch von motivationalen Faktoren (→ Kapitel II:2.3 Motivation) (vgl. Wild et al. 2006, S. 250). Ein weiterer Faktor, der den Einsatz von Lernstrategien bestimmt, ist das Vorwissen: Es bestimmt, ob eher tiefenorientierte oder eher oberflächenorientierte Strategien eingesetzt werden (vgl. Lind & Sandmann 2003, S. 189).

Wie bereits erwähnt werden beim Lernen gemeinhin zwei Verarbeitungstiefen unterschieden, die nachfolgend näher beleuchtet werden: deep approach – tiefenorientiert und surface approach – oberflächenorientiert.

- **Deep approach – tiefenorientiert** ist gekennzeichnet durch ein hohes Maß an intrinsischer Motivation mit einem Tiefenverarbeitungswillen. Die Planung des Lernens zielt auf die Herausarbeitung der Bedeutung und das Verstehen ab. Bei dieser Verarbeitungstiefe wird der tiefere Sinn eines Sachverhaltes gesucht, er wird von verschiedenen Standpunkten beleuchtet, Beziehungen zu anderen Wissensgebieten werden hergestellt (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 26f).

Die neuen Inhalte werden aktiv in vorhandene Wissens- und Einstellungsstrukturen integriert (vgl. Wild & Wild 2001, S. 4, Biggs & Tang 2011, S. 26f; Krauß 2012, S. 27).

- **Surface approach – oberflächenorientiert** hingegen liegt eine stärkere extrinsische Motivation zu Grunde, die aus Leistungsängstlichkeit resultieren kann. Oberflächenorientiert wird dabei nicht verstanden als Überblick über ein Wissensgebiet, sondern als oberflächliche Verarbeitung von Informationen. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Reproduktion der Inhalte, dem Auswendiglernen von Fakten (vgl. Looß 2007, S. 146; Biggs & Tang 2011, S. 24f, Krauß 2012, S. 27; Wild & Wild 2001, S. 4).

Je nach Lehr- oder Lernziel kann die eine oder andere Verarbeitungstiefe angebracht sein bzw. ausgewählt werden.

Beim **Eintritt in die Hochschule** kommt dem Einsatz von Lernstrategien eine neue Bedeutung zu, da hier die Inhalte weniger vorstrukturiert vorliegen, als in der Schule (vgl. Schiefele et al. 2003, S. 186). Aus diesem Grund werden Lernstrategien wichtig, die z. B. die Selektion bedeutsamer Textstellen (Organisation) oder das Herstellen von Zusammenhängen zwischen neuen Inhalten (Elaboration) und die metakognitive Kontrolle der Lernprozesse betreffen (vgl. ebd.).

Von Studierenden wird außerdem häufiger erwartet, dass sie sich in neue Themengebiete umfänglich selbständig einarbeiten, was eine längerfristige Planung erfordert (vgl. ebd.).

Im Gegensatz zum Schulunterricht ist in der Hochschule eine Prüfung nicht am Ende eines Themengebietes in Form einer Klausur zu finden, sondern es wird am Ende des Semesters oder in der vorlesungsfreien Zeit geprüft, so dass die Studierenden im Semesterverlauf keine oder nur wenige Rückmeldungen zu ihrem Leistungsstand erhalten (vgl. Streblow & Schiefele 2006, S. 353). Allerdings bilden „neue“ Prüfungsformen wie Lernta-

gebücher und Portfolios, Möglichkeiten regelmäßige Rückmeldungen zum Leistungsstand zu erhalten.

Es „(...) kann gesagt werden, dass die Lernsituationen in einem Studium freier und selbstbestimmter, aber auch deutlich komplexer als in der Schule sind. Es liegt nahe zu vermuten, dass der Nutzung von Lernstrategien im Studium somit insgesamt eine größere Bedeutung zukommt als in der Schule“ (ebd.). Eine Studierende bzw. ein Studierender kann bei der Auseinandersetzung mit den Inhalten verschiedener Veranstaltungen unter Umständen unterschiedliche Lernstrategien einsetzen, was insbesondere vom fachspezifischen Interesse und der Lernumgebung abhängig ist (vgl. Wild et al. 2006, S. 250; Biggs & Tang 2011, S. 31). Das Wissen um Lernstrategien beim Lernenden ist eine zentrale Voraussetzung für erfolgreiches und selbst reguliertes Lernen (vgl. Looß 2007, S. 146). Eine erfolgreiche Selbstregulation besteht darin, auf der Grundlage der Anforderungen einer Aufgabe und des eigenen Wissens abzuschätzen, ob der Einsatz dieser Strategien sinnvoll ist und sich der Einsatz im Bezug auf die selbstgesetzten Ziele lohnt (vgl. Looß 2007, S. 147).

5.5 Lernstrategien und Lernerfolg

Der Schluss liegt nahe, dass durch den Einsatz qualitativ anspruchsvoller Strategien (Elaboration, Organisation oder kritisches Prüfen) neues Wissen besser als durch Wiederholungsstrategien in das Vorwissen integriert werden kann, was wiederum zu einer besseren Behaltensleistung und einer besseren Anwendbarkeit des Wissens führt. Die bisherigen vorhandenen Untersuchungen haben hingegen differenziertere Ergebnisse geliefert (vgl. Wild 2006, S. 249f). Insgesamt entsteht ein inkonsistentes Bild des Zusammenhangs von **Lernerfolg** und dem Einsatz von Lernstrategien. Dies liegt vor allem an den Erhebungsarten, die zumeist retrospektiv über einen selbsteinschätzenden Fragebogen ablaufen (vgl. Schiefele et al. 2003, S. 196; Krauß 2012, S. 32f). Schaut man auf die einzelnen Lernstrategien und deren Untersuchungsbefunde, ergeben sich folgende, nicht ganz widerspruchsfreie Aspekte:

- Wiederholungsstrategien sind nur in Verbindung mit einfachen Aufgaben (z. B. Geburtstag merken), nicht jedoch bei komplexen Aufgaben leistungssteigernd (vgl. Krauß 2012, S. 29).
- Im Zusammenhang mit Organisationsstrategien konnte nachgewiesen werden, dass diese einen Einfluss auf die Fähigkeit zum Erkennen wichtiger Ideen und Gedanken haben (vgl. Krauß 2012, S. 30).
- Elaborationsstrategien haben eine zentrale Bedeutung für die Tiefenverarbeitung von Informationen, der Aufbau von z. B. mentalen Bildern verbessert die Behal-

tensleistung sowohl bei einfachen als auch bei komplexen Lernaufgaben (vgl. ebd.).

- Studierende, die häufig Elaborationsstrategien einsetzten, haben allerdings nur geringfügig bessere Noten in Klausuren oder den Diplomprüfungen (vgl. Krauß 2012, S. 31). Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass in vielen Prüfungen kein tiefergehendes Verständnis gefragt ist oder es nur in wenigen Aufgaben abgeprüft wird, sondern hauptsächlich Fakten und Lösungsmuster gefragt sind. So können Studierende, die häufig Oberflächenstrategien einsetzen, durchaus einen Vorteil haben (vgl. Looß 2001, S. 195; Looß 2007, S. 149; Mandl & Friedrich 2006, S. 13).
- Es lässt sich aber auch feststellen, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Lernstrategien und dem Verständnis gibt (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 13).
- Ein Einfluss von intrinsischer Motivation auf den Einsatz von tiefenorientierten Strategien (Elaboration und Organisation) konnte in verschiedenen Studien nachgewiesen werden (→ Kapitel II:2.3 Motivation) (vgl. Mandl und Friedrich 2006, S. 15).
- Die Förderung metakognitiver Lernstrategien scheint außerdem einen Effekt auf den Lernerfolg zu haben, insbesondere die Strategien des Planens und Regulierens sind hilfreich (vgl. Hattie 2013, S. 225). Dies liegt vermutlich daran, dass Aktivitäten des Planens und Regulierens eine aktivere Herangehensweise an Lernaufgaben nach sich zieht (vgl. ebd.).
- Vor allem die metakognitiven Strategien Anstrengung und Überwachung weisen eine signifikante Korrelation mit dem Lernerfolg auf (vgl. Schiefele et al. 2003, S. 196).
- Ein Zusammenhang mit dem Lernerfolg kann dann festgestellt werden, wenn der Lernende die Lernstrategien nicht nur kennt und ihnen eine Bedeutung beimisst, sondern sie tatsächlich auch einsetzt. Insbesondere tiefenverarbeitende Strategien sind dabei hilfreich (vgl. Wild et al. 2006, S. 250f).

Die Befunde der Studien an Hochschulen zeigen signifikante und positive, wenn auch nur gering ausgeprägten Korrelationen zwischen Lernstrategien und Lernerfolg. Situations-, lernprozess- und handlungsnahe Studien zum Strategieeinsatz zeigen deutliche Beziehungen zum Lernerfolg (vgl. Looß 2007, S. 149). Lernstrategien können also eine qualitätssteigernde Komponente auf die Leistung haben (vgl. Schiefele & Urhane 2000, S. 190).

In den Untersuchungen zum Lernstrategieeinsatz hat sich gezeigt, dass der reflektierte und der tatsächliche Einsatz nicht übereinstimmen, so dass sie in spezifischen Lernsituationen ggf. nicht zum Tragen kommen (vgl. Looß 2007, S. 148). Je nach Lernumgebung und den daraus resultierenden Anforderungen werden spezifische Strategien eingesetzt. Die Untersuchungen zum Einsatz von Lernstrategien lassen „... vermuten, dass einzelne Lernstrategien nicht generell zum Erfolg führen, sondern erst durch ihre metakognitiv gesteuerte sinnvolle, passgenaue Platzierung, welche ziel-, aufgaben-/ situations- und personenbezogen unterschiedlich sein kann, zum Erfolg führen“ (Krauß 2012, S. 36).

Die Zusammenhänge zwischen dem Einsatz von Lernstrategien und dem Lernerfolg sind nicht linear, die komplexe Wechselwirkung hängt von zusätzlichen Variablen wie der Anstrengungsbereitschaft, dem Vorwissen u. ä. ab (vgl. Schiefele et al. 2003, S. 196; Looß 2007, S. 149).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Unterteilung der Lernstrategien in kognitive, metakognitive und ressourcenorientierte Lernstrategien in Theorie und Praxis belegt ist. Der Einfluss der verschiedenen Lernstrategien auf die Leistung ist allerdings nicht durchgehend hinlänglich geklärt. Dennoch lässt sich festhalten, dass Studierende, die häufig elaborierende und organisierende Lernstrategien anwenden, ein tiefergehendes Verständnis für die Lerninhalte gewinnen.

Die Förderung von Lernstrategien im Rahmen des Lehr-/Lernsettings kann der Lehrende steuern, indem er z. B. die Inhalte nicht selbst strukturiert, sondern die Strukturierung durch die Lernenden vornehmen lässt (vgl. Wild und Wild 2001, S. 18). Die Steuerung sollte allerdings schrittweise erfolgen, um eine Überforderung der Lernenden zu vermeiden. Auch die Bildung von Alltagsbezügen, das Suchen von Beispielen oder das Schlussfolgern aus den Inhalten können durch die Studierenden vorgenommen werden, um so Elaboration zu unterstützen (vgl. Wild & Wild 2001, S. 18).

Die in den letzten fünf Kapiteln erörterten lerntheoretischen Grundlagen beeinflussen sich wechselseitig, wobei ihr Einfluss nicht immer linear und eindeutig ist. Die Abbildung 3 versucht in einer vereinfachten Darstellung abschließend die gegenseitige Einflussnahme zusammenzufassen. Dabei gibt der Pfeil die Richtung des Einflusses vor. So beeinflussen sich die Selbstwirksamkeitserwartung und die Zuschreibung für Erfolg/Misserfolg wechselseitig. Hingegen hat die Selbstbestimmungstheorie zwar einen Einfluss auf die Motivation und das Interesse, was allerdings umgekehrt bislang nicht belegt ist.

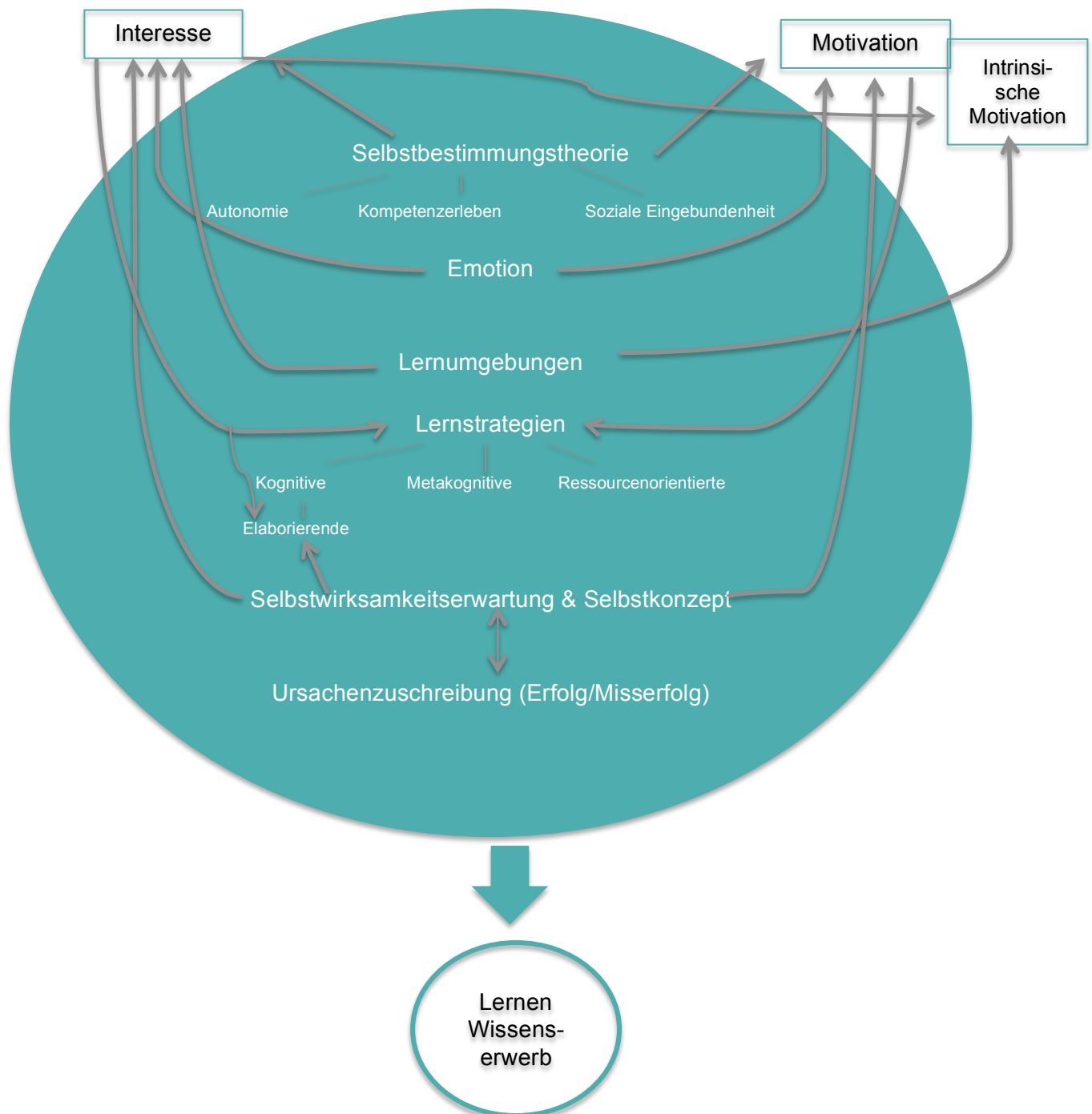


Abbildung 3: Einflüsse auf Lernen (eigene Darstellung)

6. Kompetenzerwerb

Der Kompetenzerwerb ist ein zentrales Thema hochschulischer Lehr-/Lernsettings, er bildet den Bezugsrahmen allen Lehrens und Lernens und wird im Folgenden in seinen einzelnen Dimensionen betrachtet. Die Lernkompetenz und das Selbststudium werden gesondert betrachtet. Anschließend werden auch das Constructive Alignment, die Lernziele und der didaktische Dreischritt erläutert.

Die Kompetenzen sind nach Weinert (2001) „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen¹⁴ und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (S. 27). Im wissenschaftlich-akademischen Kontext wird die Kompetenz ergänzend verstanden als eine Befähigung, Anforderungsbereiche, die durch hohe Komplexität, Neuartigkeit und hohe Ansprüche an die Lösungsqualität geprägt sind, angemessen, verantwortlich und erfolgreich zu bewältigen (vgl. Schaper 2014, S. 73). In diesem Sinne setzt eine Handlung eine Vielzahl an Fertigkeiten, Fähigkeiten und Wissensaspekten voraus sowie die entsprechende Werthaltung und motivationale Orientierung (vgl. Schaper 2014, S. 73; Erpenbeck & Heyse 1999, S. 155).

Das Erlangen von **Handlungskompetenz** wird als Ziel des Studiums verstanden. Sie setzt sich nach Erpenbeck und Heyse (1999) zusammen aus Methoden-, Sozial und Fachkompetenz sowie personaler Kompetenz (vgl. Erpenbeck & Heyse 1999, S. 157). Dabei werden unter **Methodenkompetenz** jene situationsübergreifenden Fähigkeiten verstanden, die es dem Individuum ermöglichen, Arbeitstechniken, Lernstrategien und Verfahrens- sowie Problemlösetechniken passgenau einzusetzen (vgl. Erpenbeck & Heyse 1999, S. 159; Winteler 2011, S. 114; Schaper 2012, S. 16f).

Soziale Kompetenzen sind solche Fähigkeiten, die eine sinnvolle wechselseitige Interaktion und Kommunikation mit der Umwelt ermöglichen (vgl. Schaper 2012, S. 17). **Personale- oder Selbstkompetenz** beschreibt die Bereitschaft und Fähigkeit zur eigenen Weiterentwicklung und bezeichnet Einstellungen, Werte und Motive, die das Arbeitshandeln beeinflussen (vgl. Erpenbeck & Heyse 1999, S. 159; Schaper 2012, S. 17). Darunter werden außerdem Fähigkeiten der Selbstorganisation und Reflexion subsumiert (vgl. Schaper 2012, S. 17). Die **Fachkompetenz** schließlich ist die Fähigkeit, fachbezogenes und fachübergreifendes Wissen verknüpft, vertieft oder kritisch zu behandeln (vgl. Erpenbeck & Heyse 1999, S. 159; Schaper 2012, S. 16).

Unter der Handlungskompetenz wird die Fähigkeit verstanden, die erlangten Werte, Erkenntnisse und/oder Verhaltensweisen aus den vier Kompetenzbereichen in beruflichen oder persönlichen Situationen passgenau anzuwenden (vgl. Erpenbeck und Heyse 1999, S. 159). Kompetenzen können durch Lernprozesse und Übung beeinflusst werden (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 7).

¹⁴ Anmerkung der Verfasserin: Volitionen sind willentlich gesteuerte Handlungen.

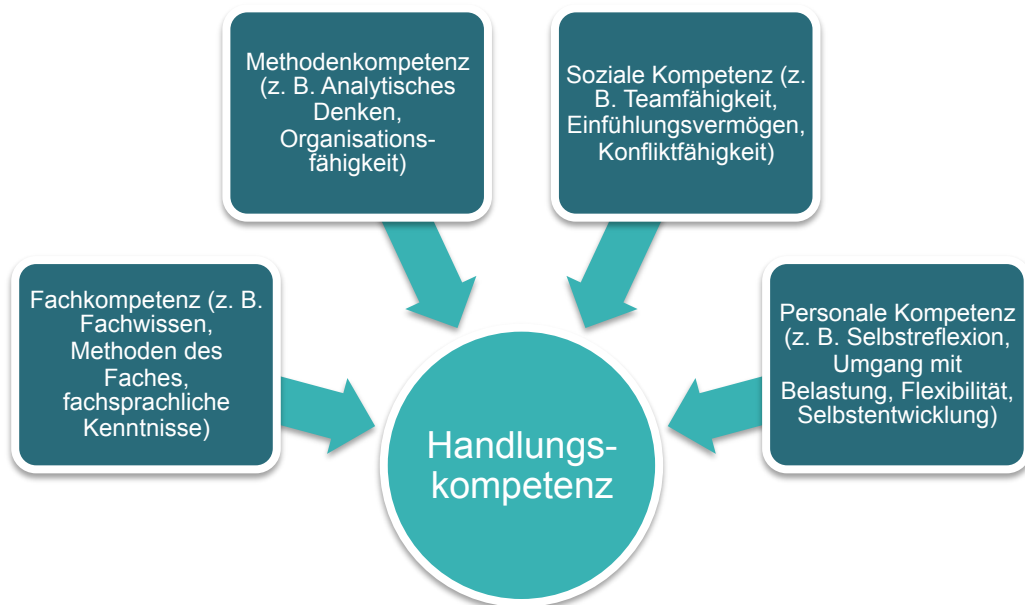


Abbildung 4: Kompetenzbereiche (eigene Darstellung)

6.1 Lernkompetenz

Die Lernkompetenz nimmt in universitären Zusammenhängen eine entscheidende Position ein (vgl. Seel 2003, S. 237), weshalb sie gesondert betrachtet wird. Sie gilt außerdem als Grundlage für das lebenslange Lernen (Mandl & Krause 2001, S. 10) und als Voraussetzung für einen erfolgreichen Studienabschluss (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 653). „Lernkompetenz kann als Fähigkeit beschrieben werden, Lernstrategien in Abhängigkeit von den jeweiligen Aufgabenanforderungen flexibel einzusetzen“ (Lind & Sandmann 2003, S. 172). Lernkompetenz wird auch als Metakompetenz bezeichnet und umfasst die Teilbereiche: Selbststeuerungskompetenz, Kooperationskompetenz und Medienkompetenz (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 10). Insbesondere in der Hochschule hängt erfolgreiches Lernen auch von der Qualität der **Selbststeuerung** der Lernprozesse durch den Studierenden ab. Selbstgesteuert ist Lernen dann, wenn Gedanken, Gefühle und Handlungen zur Erreichung eines Lernzieles selbst erzeugt werden (vgl. Seel 2003, S. 230). Selbstgesteuertes Lernen ist durch ein hohes Maß an subjektiv empfundener Autonomie gekennzeichnet (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 645). Selbstgesteuertes Lernen ist auch dann gegeben, wenn bestimmte Handlungsabschnitte im Lernprozess fremdbestimmt sind „sofern der Lernende nicht das Gefühl hat, in seinem Tun völlig eingeschränkt oder kontrolliert zu sein (...)“ (ebd.).

Problemstellungen nehmen in der Arbeitswelt an Komplexität zu, dies erfordert das Arbeiten im interdisziplinären Teams und damit **Kooperationskompetenz** (vgl. Mandl und Krause 2001, S. 12). Lernende benötigen für kooperatives Lernen sowohl kommunikative

Strategien, als auch Konfliktmanagementstrategien sowie die Fähigkeit zur Interaktion und eine teamorientierte Werthaltung (vgl. Mandl & Krause 2001, S. 13).

Die **Medienkompetenz** wird verstanden als Fähigkeit Apparate zu bedienen, Medien zu bewerten, Informationen, die aus Medien generiert werden zu selektieren und kritisch zu reflektieren sowie Medien situativ einzusetzen (vgl. ebd.).

Da bei der Ausgestaltung des *Inversen Moduls* die Förderung der Lernkompetenz im Selbststudium bzw. die Selbststeuerung in den Selbstlernphasen von zentraler Bedeutung waren, werden diese nun ausführlicher betrachtet.

Voraussetzung für selbstgesteuertes Lernen ist, dass Lernende **Wahlmöglichkeiten** haben und sie die Chance sehen, selbst etwas zu erreichen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 645).

Erwartungen seitens der Lehrenden an die Studierenden betreffen u. a. den Bereich des **Selbststudiums** (→ Kapitel II:6.2 Selbststudium), der von den Studierenden eigenverantwortlich gestaltet werden kann und soll. Die Nutzung und Steuerung dieser Freiräume hängt maßgeblich von den Kompetenzen, Lerngewohnheiten und individuellen Lernzielen der Studierenden ab (vgl. Wild & Wild 2001, S. 2). Auf Seiten des Lernenden setzt selbstgesteuertes Lernen voraus, dass er/sie in der Lage ist, Alternativen wahrzunehmen, um das Lernen selbst gestalten zu können (vgl. Seel 2003, S. 230). Die Möglichkeit zur Selbststeuerung setzt außerdem voraus, dass jeder Lernende grundsätzlich in der Lage ist, aktiv, selbstreflexiv, selbstgesteuert und autodidaktisch Wissen erarbeiten zu können (vgl. Wild & Wild 2001, S. 2).

Universitäres Lernen unterscheidet sich – wie bereits erwähnt – von schulischem Lernen u. a. durch weniger Interventionen und Instruktionen für die Selbstlernphasen. Die Studierenden sind zur selbstständigen Beschaffung und Erarbeitung von relevanten Informationen und der selbständigen Gestaltung der Lernumgebung angehalten (vgl. Seel 2003, S. 237f).

Die Lehrperson hat dennoch Möglichkeiten, die **Lerninhalte** vorzustrukturieren, dabei prüft er/sie: 1. Ist eine aktive und selbständige Erarbeitung der Inhalte möglich? 2. Inwiefern fördern die Inhalte die Selbstlernkompetenz der Studierenden (vgl. Wild & Wild 2001, S. 15). Lehrende können Studierenden in ihrer Selbststeuerung unterstützen, indem sie ihnen erläutern, welche Verhaltensweisen hilfreich und welche weniger hilfreich sind und ihnen Anleitungen zum Einsetzen der hilfreichen Strategien geben (vgl. Perrez et al. 2006, S. 389).

Die allgemeine Lernkompetenz zu fördern bedeutet, die Lernenden darin zu unterstützen, zunehmend differenziertere Konzepte¹⁵ des Lernens zu entwickeln (vgl. ebd.).

Die Lernkompetenz der Studierenden können Lehrende fördern, indem sie u. a. die Gestaltung der Lernumgebung in den Blick nehmen (→ Kapitel II:7. Lernumgebungen), diese wird derart aufgebaut, dass die Aufgaben durch selbstgesteuertes Lernen bearbeitet werden müssen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 646). Dabei ist u. a. das Lerntempo, die Inhalte und die Art der Lernmaterialien sowie die Gewichtung der Inhalte selbst zu wählen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 647).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eigenständiges Lernen gekennzeichnet ist durch:

- die selbstständige Planung des Lernprozesses (Ziele, Inhalte, Lernwege, Bedeutung der Inhalte),
- die Aufnahme des Wissens, das Verstehen und Behalten, das Üben und Anwenden und das Entwickeln,
- das Steuern des persönlichen Lernwegs und der Lernstrategien sowie die Reflexion derselben,
- die eigenständige Bewertung der Lernleistungen oder das Einholen einer Rückmeldung,
- die Erhaltung der Motivation und Konzentration (vgl. Grunert 2014, S. 13).

6.2 Selbststudium

Die Lernkompetenz ist auch für die Gestaltung des Selbststudiums zentral, welches in diesem Kapitel betrachtet wird.

Seit der Einführung der gestuften Studiengänge (Bachelor und Master) wird der zeitliche Aufwand des Studiums mit dem Workload berechnet (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 98). Im Workload sind die Arbeitszeiten der Studierenden für das Kontakt- und Selbststudium enthalten (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 98). Selbststudium wird zumeist in Zusammenhang mit selbstorganisiertem, selbstverantwortlichem und selbstbestimmtem Lernen gebracht, es bezeichnet die Lernzeit, die Lernende außerhalb der Kontaktzeit investieren (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 100). Dabei sind der Zeitpunkt und Ort der Bearbeitung unabhängig und frei von den Lernenden wählbar (vgl. Grunert 2014, S. 9). Das Selbststudium umfasst alle Aktivitäten, die das Studieren bestimmen, z. B. zu recherchieren, zu lesen, sich selbst zu organisieren oder sich auf Prüfungen vorzubereiten (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 100).

¹⁵Als differenzierte Konzepte des Lernens werden passgenaue Einsätze von Strategien des Wissenserwerbs und der Wissensverarbeitung verstanden.

„Die Studierenden müssen dafür Lernfortschritte erkennen, das Verstehen und die Verarbeitungstiefe regulieren können und benötigen den Aufbau und die Erweiterung eigener Lernkompetenzen (Lernstrategien) sowie Anstrengungs-, Motivations-, Emotions-, Wissens- und Zeitmanagement“ (Brinker & Schumacher 2014, S. 101).

Das Selbststudium ermöglicht es individuelle Schwerpunkte zu setzen, Schlüsselqualifikationen einzuüben (z. B. durch die Arbeit in Lerngruppen) oder den Lernzeitpunkt flexibel zu gestalten.

Es wird zwischen einem begleiteten, einem unbegleiteten und einem freien Selbststudium unterschieden. Das **begleitete** Selbststudium bezeichnet die Verzahnung zwischen den Kontaktstudienzeiten und dem Selbststudium (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 99). Im begleiteten Selbststudium erteilt die Lehrperson Arbeitsaufträge, die mit den Inhalten der Lehrveranstaltung in einem direkten Zusammenhang stehen (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 100; Grunert 2014, S. 9). Die Erfüllung der Arbeitsaufträge werden von der Lehrperson begleitet und unterstützt und die Ergebnisse werden überprüft (vgl. Grunert 2014, S. 9). Materialien für das Selbststudium werden durch die Lehrenden bereitgestellt und derart gestaltet, dass sie die eigenständige Auseinandersetzung mit den Inhalten unterstützen (vgl. Grunert 2014, S. 8).

Das begleitete Selbststudium umfasst die folgenden Elemente:

- den Wissenserwerb (z. B. Lesen, Anschauen und Zuhören),
- die Bearbeitung von Aufgaben (z. B. Übungsaufgaben, Bearbeitung von Fallstudien, komplexen Praxisproblemen oder Projektarbeiten),
- ein Feedback (z. B. um eine Auseinandersetzung der Lernenden mit den Aufgaben zu gewährleisten oder den Lernerfolg aufzuzeigen),
- die begleitende Beratung (z. B. um Hinweise zur Gruppenarbeit oder den Inhalten zu geben) (vgl. Grunert 2014, S. 12).

Unter einem **unbegleiteten** (individuellen) Selbststudium wird die individuelle Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und der Prüfung durch die Lernenden verstanden (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 100; Grunert 2014, S. 9). Zuletzt bezeichnet das **freie** Selbststudium die Beschäftigung der Lernenden mit selbstgewählten Themen und Zielen (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 100; Grunert 2014, S. 9).

Für den Erfolg der Selbststudienphasen ist eine regelmäßigen Kommunikation mit der Lehrperson erforderlich (vgl. Grunert 2014, S. 13). Dabei können Begründungen für die Notwendigkeit des Selbststudiums, die Ziele desselben, mögliche Schwierigkeiten aber auch die Chancen sowie eine Rückmeldung zu den Materialien thematisiert werden (vgl. ebd.).

Im *Inversen Modul* wurde das Selbststudium als wichtiger Bestandteil der Lernzeit verstanden und deshalb in der Konzeption mitgeplant und mit der Kontaktzeit verknüpft. Bei der Gestaltung des Selbststudiums im *Inversen Modul* wurden zum einen vorbereitende Aufgaben an die Studierenden ausgegeben, die diese individuell vorbereitet haben. Außerdem wurde das Projekt in der Selbststudienphase in Kleingruppen erarbeitet (→ Kapitel IV:3.5 Projekt).

6.3 Constructive Alignment

Lehre, die vorrangig Informationen präsentiert, welche die Studierenden dann transformieren sollen, kann dazu führen, dass die Studierenden weniger behalten (vgl. Gerbig-Calcagni 2009, S. 198). Diesem Umstand möchte das Constructive Alignment entgegenwirken, welches von John Biggs eingeführt wurde.

Im Constructive Alignment geht es darum, am Anfang der Entwicklung eines Studiengangs oder einer Lehrveranstaltung festzulegen, was die Studierenden nach dem erfolgreichen Abschluss in der Lage sind zu tun (vgl. Rummler 2012, S. 30). Darunter fallen sowohl fachliche, als auch überfachliche Kompetenzen (vgl. Hochschulrektorenkonferenz 2012, S. 3f; Schaper 2014, S. 73).

Das Konzept des Constructive Alignment basiert auf den **Learning Outcomes**, also dem, was die Studierenden am Ende der Veranstaltung können sollen, den passenden Lernaktivitäten und den entsprechenden Prüfungsformaten (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 104ff; Schaper 2014, S. 73; Jungmann & Ossenbier 2013, S. 169) (→ Abbildung 5). Die Grundidee des Konzeptes ist es, dass alle drei Eckpunkte aufeinander abgestimmt werden, da sie voneinander abhängig sind (vgl. Baumert & May 2013, S. 23). Der Grund dafür ist die Annahme, dass die Studierenden das tun und lernen, was in der Prüfung gefordert wird (vgl. Romeike 2010, S. 39).

Die handlungsleitenden Fragen sind: Was sollen die Studierenden lernen (Ziele)? Wie muss das Lehr-Lern-Geschehen (Struktur, Methodik, Sozialformen) gestaltet sein, damit die Studierenden die Ziele erreichen können? Wie können die Ziele in der Prüfung in geeigneter Form gemessen werden?

Zu Beginn einer Lehrveranstaltung geht es darum, zu bestimmen, welche Kompetenzbereiche mit der Veranstaltung geschult werden können. Die didaktisch-methodische Gestaltung der Lehrveranstaltung richtet sich der Theorie zu Folge konsequent an den zu erwerbenden Kompetenzen aus (vgl. Schaper 2014, S. 75).

Werden zu Beginn der Planung einer Lehrveranstaltung Lehr-/Lernziele aufgestellt, so können anhand dieser die Lernaktivitäten gestaltet werden, welche zur Erreichung der Ziele hilfreich sind (vgl. Baumert & May 2013, S. 23). Eine entsprechende Prüfung ist derart gestaltet, dass sie diese Aktivitäten beinhaltet (vgl. ebd.). Dabei ist es nicht entscheidend, ob es sich um eine schriftliche oder praktische Prüfung handelt, lediglich die Möglichkeit der Abbildung der Tätigkeit ist wichtig (vgl. ebd.).

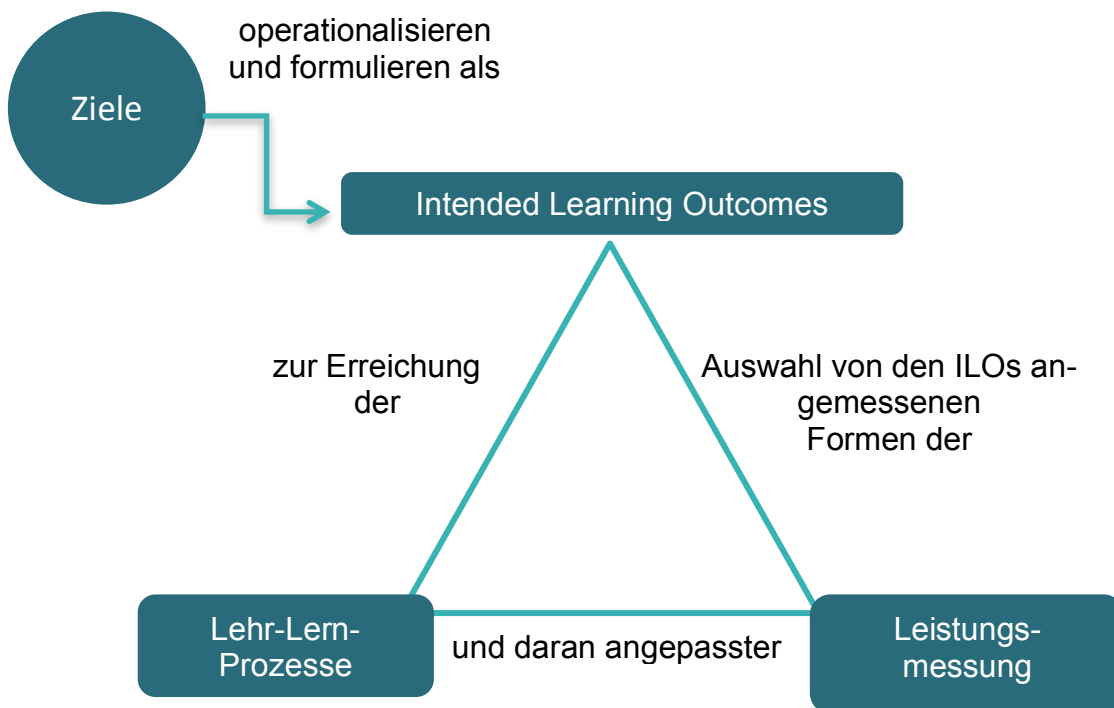


Abbildung 5: Constructive Alignment nach Biggs & Tang 2011, S. 105

Das Constructive Alignment bildet die Klammer zwischen der Kompetenzorientierung, der Aufstellung von Lernzielen und der Ausgestaltung von Lehre nach den konstruktivistischen Lernprinzipien. Die Planung von Lehrveranstaltungen nach dem Constructive Alignment ermöglicht es, die Motivation der Studierenden und deren Leistungen zu steigern (vgl. Romeike 2010, S. 44). Die Bedeutsamkeit und der Nutzen der Inhalte können von den Studierenden dadurch besser eingeschätzt werden (vgl. ebd.). Aus diesen Gründen wurde das *Inverse Modul* entlang des Constructive Alignment geplant.

6.4 Lernziele

Im Constructive Alignment sind Lernziele ein wichtiger Bestandteil, weshalb sie folgend weiter ausgeführt werden.

Lernziele werden unterschieden nach affektiven, psychomotorischen und kognitiven Lernzielen. **Affektive Lernziele** beziehen sich auf Einstellungen, Interessen und Werte.

Psychomotorische Lernziele auf Verhaltensweisen und **kognitive Lernziele** auf das Wissen über Konzepte, Regeln, Prozesse etc. Lernziele ermöglichen das Ableiten von Kompetenzen, welche die Lernenden erlangen sollen (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 130).

„Lernziele beschreiben diejenigen Fähigkeiten und Fertigkeiten resp. dasjenige Wissen und Können, welche(s) die Studierenden aufgrund einer abgeschlossenen Lerneinheit erwerben sollen. Sie beschreiben also Kompetenzen, welche sich die Studierenden aneignen sollen“ (Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik 2008, S. 12).

Lernziele werden weiterhin klassifiziert in Richt-, Grob- und Feinlernziele (vgl. Lehner 2009, S. 119). Dabei beschreiben **Richtlernziele** relativ umfassende und eher allgemeine Ziele zu einem Themengebiet. **Groblernziele** sind Lernziele innerhalb des Themenbereichs der Richtlernziele, die bereits Inhalte und/oder Methoden beschreiben, aber noch einen relativ hohen Abstraktionsgrad aufweisen (vgl. SECo Döring 2010, o. S.). **Feinlernziele** schließlich geben detailliert und eindeutig an, was gelernt werden kann.

Lehr- und Lernziele sind oft nicht klar voneinander abzugrenzen (vgl. Fachhochschule Köln o. J., S. 2). Darum wird in dieser Arbeit von **intendierten Lernzielen** bzw. Learning Outcomes gesprochen, wenn Ziele gemeint sind, die den Studierenden ausdrücklich von Lehrenden vorgegeben werden. Intendierte Lernziele werden verstanden als operationalisierbare, aus Studierendensicht verfasste Resultate des Lernprozesses (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 100f; Blom 2000, S. 38). Schließen sich die Studierenden den intendierten Lernzielen an, wird von Lernzielen gesprochen, d. h. die Studierenden haben die Lernziele zu persönlichen Zielen gemacht (vgl. Fachhochschule Köln o. J., S. 2).

Nach Bloom können intendierte kognitive Lernziele auf verschiedenen Ebenen konstruiert werden. Dabei spielt der Grad der Komplexität der kognitiven Prozesse eine Rolle (vgl. Winteler 2011, S. 37). Durch diese Klassifikation entsteht eine **Taxonomie** (vgl. Bloom 1976, S. 200f), denn es wird davon ausgegangen, dass es einen Unterschied macht, ob Fakten wiedergegeben werden können, komplexe Zusammenhänge verstanden werden oder Wissen angewendet wird (vgl. SECo Döring 2010, o. S.). Die Taxonomie ist in der Abbildung 6 dargestellt.

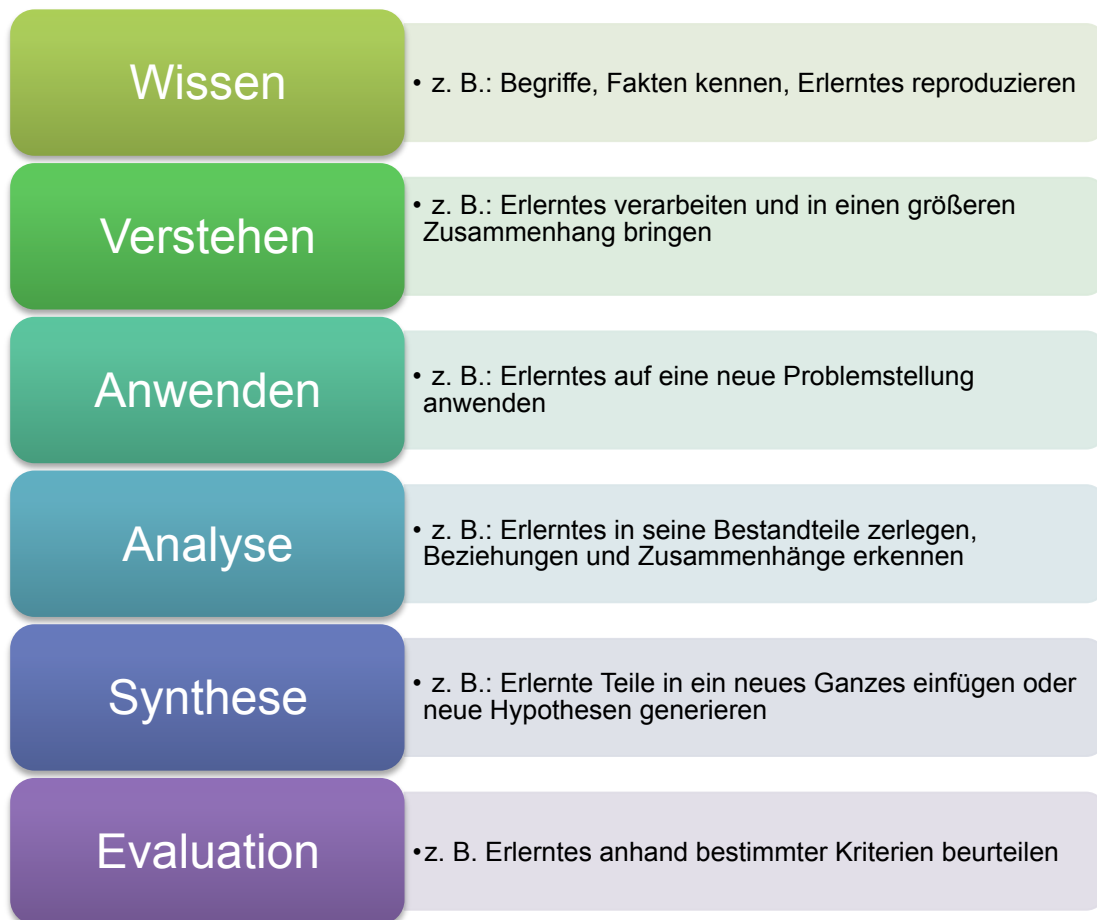


Abbildung 6: Lernzielebenen nach Bloom 1976

Diese sechsstufige Taxonomie wird teilweise aus Gründen der Anwenderfreundlichkeit reduziert auf drei oder vier Stufen, z. B. von Lehner (2009b). Diese vier Stufen fassen die Kategorien Analyse, Synthese und Evaluation zusammen zu einer, welche als Problemlösung bezeichnet wird (vgl. Lehner 2009b, S. 121).

Intendierte Lernziele sollten klar, herausfordernd und überprüfbar verfasst sein. Bei der Formulierung von intendierten Lernzielen sind auch die Vorkenntnisse der Zielgruppe, der Rahmen, in dem die Lehrveranstaltung stattfindet und die antizipierte motivationale Bereitschaft der Lernenden zu berücksichtigen (vgl. Schaper 2014, S. 74). Lernziele fokussieren dabei auf verschiedene Ebenen der Kenntnis eines Fachgebietes oder Themas und werden mit einem Verb formuliert (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 101).

Intendierte Lernziele erfüllen verschiedene Funktionen, neben der bereits beschriebenen Funktion der Planungshilfe für den Lernabschnitt und die einzelnen Lerneinheiten, fungiert die Formulierung von Lernzielen als Orientierungsrahmen für die Studierenden, anhand dessen sie sich auf die Lehre und die Prüfung vorbereiten können. Studierende geben in

einer Interviewstudie von Russel und Slater (2011) an, dass das Wissen um die Erreichbarkeit der Ziele motivierend wirkt (vgl. Russel & Slater 2011, S. 5).

Beispiele für intendierte Lernziele bzw. Learning Outcomes finden sich im Kapitel IV: Das Inverse Modul. Welche weiteren Parameter für den Lernerfolg maßgeblich sind, wird u. a. im Kapitel III:2. Lehrende erörtert.

6.5 Didaktischer Dreischritt

Bei der Gestaltung der Lehre kann das Constructive Alignment, das bereits dargestellt wurde, planungsleitend sein. Ergänzend ist der **didaktische Dreischritt** als Planungsgrundlage von Lehre hilfreich. Unter dem didaktischen Dreischritt wird die Ausrichtung der Lehre an den Phasen des Lernens verstanden:

- Einstiegs- und Initiierungsphase,
- Aneignungsphase,
- Nachbereitungsphase.

Diese drei Phasen lassen sich auf das Semester und auf den einzelnen Lehrveranstaltungstermin anwenden und erleichtern die Planung.

Die **Einstiegs- und Initiierungsphase** dient dazu, Strukturen festzulegen und Orientierung zu schaffen, um Unsicherheiten abzubauen und der Passivität der Studierenden entgegen zu wirken (vgl. Waldherr & Walter 2014, S. 104). In dieser Phase können die Lernenden sich gegenseitig und den Lehrenden kennenlernen, die gegenseitigen Erwartungen können geklärt werden, z. B. im Bezug auf Prüfungsleistungen und die Mitarbeit innerhalb der Veranstaltung, die Regeln können festgelegt und die Ziele können besprochen werden (vgl. Winteler 2011, S. 84ff; Waldherr & Walter 2014, S. 105). Bei der Planung der Einstiegsphase ist die Zielgruppe zu analysieren und deren Vorwissen zu antizipieren (vgl. Stracka & Macke 2002, S. 212). Die Einstiegsphase dient außerdem der Motivation, der Anknüpfung an vorangegangene Lerneinheiten, der Vorbereitung auf die kommenden Inhalte und der Schaffung eines lernförderlichen Klimas (vgl. Stracka & Macke 2002, S. 212; Szczyrba & Wildt 2005, S. 2).

In der **Aneignungsphase (Erarbeitungsphase)** erwerben die Lernenden neues Wissen, z. B. in Form von (Impuls-) Vorträgen oder in einer Selbsterarbeitungsphase (vgl. Stracka & Macke 2002, S. 211).

In der **Nachbearbeitungs- oder Abschlussphase** geht es darum, das Wichtigste zusammenzufassen, einen Transfer zu sichern, zu überprüfen, ob das Richtige gelernt wurde, eine Rückmeldung zu erhalten und zu geben und Möglichkeiten für eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Inhalten zu ermöglichen (vgl. Stracke & Macke 2002, S. 214).

7. Lernumgebungen

Wie bereits im Kapitel II: Lernen erwähnt, spielt die Gestaltung von kooperativen Lernumgebungen für die Initiierung und Optimierung von Lernprozessen eine zentrale Rolle (vgl. Edelmann & Wittmann 2012, S. 217). Unter guten Lernumgebungen wird ein Arrangement aus Lehre, Lehrmethoden, Lernmaterialien und eingesetzten Medien verstanden, dabei ist der kulturelle Hintergrund eingeschlossen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 615; Hermann 2003, S. 45). Gute Lernumgebungen sind die Gestaltung äußerer Rahmenbedingungen so, dass sie die maximale Entfaltung (kognitiv und motivational) der Lernenden ermöglichen und dabei minimale Eingriffe des Lehrenden erfordern (vgl. Seel 2003, S. 358).

Im Zusammenhang mit Lernen kommt der Aufmerksamkeitskontrolle eine wichtige Bedeutung zu. Alle Lernprozesse sind ressourcenbindend; wie diese eingesetzt werden, ist entscheidend für den Lernerfolg (vgl. Brünken & Seufert 2006, S. 34). Insbesondere durch die Gestaltung der Aufgaben und der Lernumgebung kann Einfluss auf die Aufmerksamkeit des Lernenden genommen werden (vgl. Brünken & Seufert 2006, S. 35). Eine gestaltete Lernumgebung zielt nicht nur auf das Interesse und die gegenstandsorientierte intrinsische Motivation (→ Kapitel II:2. Interesse und Motivation) ab, sondern auch auf die tätigkeitsspezifische intrinsische Motivation (vgl. Stark & Mandl, 2000, S. 99).

Konstruktivistische (situierte¹⁶) Lernumgebungen zielen vermehrt darauf ab, Lern- und Bewältigungserfahrungen zu ermöglichen, dabei steht die Leistungsorientierung nicht im Mittelpunkt (vgl. Stark & Mandl 2000, S. 100). Im Folgenden beziehen sich die Ausführungen auf konstruktivistische Lernumgebungen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 616f).

In konstruktivistischen Lernumgebungen spielen Eigenaktivität und Eigenverantwortung der Lernenden sowie Kontextbezüge (→ Kapitel II:7.2 Kontextorientierung in Lernumgebungen) eine entscheidende Rolle (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 626ff). In solchen Lernumgebungen sind regelmäßige Rückmeldungen zum Lernprozess entscheidend; diese Feedback-Informationen dienen den Lernenden und den Lehrenden als Hinweise auf den Verlauf des Lernprozesses, ermöglichen Korrekturen, Hilfen und Unterstützungsmaßnahmen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 627f).

Die geschaffene Umgebung sollte den erwarteten Anforderungen in der realen Anwendungssituation¹⁷ ähnlich sein, eine Relevanz für den Lerner aufweisen und damit seine Interessen antizipieren (vgl. Stark & Mandl 2000, S. 98; Wild & Wild 2001, S. 20). Die

¹⁶Unter situiertem Lernen sind Theorien des konstruktivistischen Lernens subsumiert. Gemeinsam ist ihnen, dass Lernen an inhaltliche und soziale Erfahrungen der Lernsituation gebunden ist, dass das Wissen einer Gesellschaft geteiltes Wissen ist, welches vom Individuum im Rahmen sozialer Interaktion entwickelt und ausgetauscht wird, dass das Handeln und Denken einer Person nur vor dem Hintergrund seines konkreten sozialen Kontextes verstanden werden kann und dass das Wissen einer Person aktiv konstruiert wird (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 627).

¹⁷Als Anwendungssituationen sollen hier sowohl Situationen des alltäglichen Lebens, als auch Situationen der späteren Berufspraxis verstanden werden.

Cognitive Evaluation Theory¹⁸ geht davon aus, dass „amotivierende“ Bedingungen die intrinsische Motivation unterwandern; solche Bedingungen erzeugen Lernumgebungen, die den Lernenden einen Eindruck von Inkompetenz und Mangel an Wirksamkeit vermitteln (vgl. Krapp & Ryan 2002 S. 60).

Einige Untersuchungen zu studentischem Tiefenlernen legen nahe, dass solch anregenden Lernumgebungen durch

- angemessene und förderliche Rückmeldungen,
- klare Lernziele,
- deutlich geäußerte Erwartungen durch Lehrende,
- Offenlegung der Prüfungsanforderungen,
- Relevanz und Bezüge der behandelten Themen,
- Gelegenheiten für Fragen,
- Zeit für individuelle Beratungen,
- Verständnis für Lern- oder Verständnisschwierigkeiten,
- Zeit für selbständige Themenbearbeitung,
- und Lehrende, die gute Erklärungen geben können,

geprägt sind (vgl. Winteler 2000, S. 136).

Auch wenn Studierende dem dargebotenen Inhalt Sinn oder Bedeutung zumessen können, werden Lernumgebungen als frei und lernförderlich empfunden (vgl. ebd.).

7.1 Problemorientierte Lernumgebungen

Problemorientierten Lernumgebungen liegt die Idee zu Grunde, eine herausfordernde Umgebung zu schaffen, in der neue Inhalte und Zusammenhänge selbständig entdeckt, eigene Erfahrungen gesammelt und eine aktive Auseinandersetzung mit dem Thema möglich wird (vgl. Wild & Wild 2001, S. 21).

Problemlösen ist sowohl eine Methode als auch das Ziel des Lernens (vgl. Funke & Zumbach 2006, S. 206). Häufig spricht man in diesem Zusammenhang auch von authentischen Problemstellungen (vgl. Gräsel 2009, S. 252).

Problemlösen ist eine Art des planvollen Handelns (vgl. Funke & Zumbach 2006, S. 207; Edelmann & Wittmann 2012, S. 182). Das Problem ist dabei durch drei Komponenten gekennzeichnet: einen unerwünschten Anfangszustand, einen erwünschten Zielzustand und ein Hindernis, das die direkte Überführung vom Anfangs- in den Endzustand behindert (vgl. Funke & Zumbach 2006, S. 207; Edelmann & Wittmann 2012, S. 182). Eignet

¹⁸Die Cognitive Evaluation Theory (CET) ist eine Subtheorie der Selbstbestimmungstheorie von Deci & Ryan (1985) und beschreibt die Bestimmungsfaktoren der intrinsischen Motivation. Demnach wird intrinsische Motivation durch das Erleben von Kompetenz gefördert (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 58).

sich eine Lernende oder ein Lernender grundlegende Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten im Verlauf ihres oder seines Lernprozesses an, wird sie oder er angeregt und befähigt, sich ihr oder ihm stellende Probleme eigenständig und effektiv zu lösen (vgl. Edelmann & Wittmann, S. 196).

Komponenten des Problemlösens sind die Analyse der Problemstellung, die Formulierung der Hypothesen und die Überprüfung sowie die Diskussion von Alternativen oder das Einnehmen anderer Perspektiven (vgl. Hattie 2013, S. 248; Edelmann & Wittmann 2012, S. 192). Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Problem zu lösen z. B. über Versuch und Irrtum, Umstrukturierung, Kreativität oder die Anwendung von Strategien (vgl. Edelmann & Wittmann 2012, S. 184ff).

Im Rahmen der Problemorientierung in der Lehre lassen sich drei Kategorien herausarbeiten:

- Fallbeispiele: Sie werden in unterschiedlicher Weise für die Darstellung und Bearbeitung von Inhalten genutzt; z. B. als Anker oder Beispiel für die nachfolgenden Informationen oder als „Darbietung von Inhalten an einem Fall ausgerichtet“ (Reinmann und Mandl 2006, S. 639) oder zur Behandlung verschiedener Lösungsmethoden anhand eines Falles (vgl. ebd.).
- Problem-based Learning¹⁹: authentische Problemstellungen werden in Kleingruppen mit tutorieller Unterstützung bearbeitet, dabei geht es vor allem um die Identifikation von Wissenslücken und um den Erwerb von Wissen zur Problemlösung (vgl. ebd.). Die Balance zwischen Konstruktion und Instruktion kommt eine solche Art des problemorientierten Lernens besonders nahe (vgl. ebd.).
- Project Learning: die Problemstellung wird komplett selbständig bearbeitet, das notwendige Wissen wird selbstorganisiert erarbeitet; die Problemstellung ist derart, dass eine konstruktive Lösung erforderlich ist (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 639f).

Problemorientierte Lernumgebungen sind charakterisiert als Lernaktivitäten, die in einen großen Gesamtkontext eingebunden sind und deren Komplexität der des späteren Einsatzgebietes der Kompetenzen entspricht (vgl. Seel 2003, S. 359; Winteler 2000, S. 138, Reinmann & Mandl 2006, S. 640f). Das Wecken von Verantwortungsbewusstsein für die

¹⁹Problem-based learning (PBL) ist ein didaktisches Format, in dem das Lernen in Kleingruppen und nicht in Form von Vorlesungen und Seminaren stattfindet. Mittels konkreter und alltagsnaher Problemstellung bearbeiten Studierende für ihr Studium und ihre spätere Berufstätigkeit wichtiges Wissen und Schlüsselkompetenzen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 640). Die Problembearbeitung erfolgt dabei in einem standardisierten, formalisierten Ablauf mit sieben Arbeitsschritten. Jede Kleingruppe bestimmt bei jedem Treffen rotierend die festgelegten Rollen einer Moderatorin oder eines Moderators und einer Protokollantin oder eines Protokollanten. Außerdem evaluiert die Gruppe nach jedem Termin die Zusammenarbeit und gibt sich Rückmeldungen (vgl. Eder & Scholkmann 2011, S. 6). Die sieben immer wiederkehrenden Schritte lauten: „Schritt 1: Begriffe klären, Schritt 2: Problem bestimmen, Schritt 3: Problem analysieren, Schritt 4: Erklärungen ordnen, Schritt 5: Lernfragen formulieren, Schritt 6: Informationen beschaffen, Schritt 7: Informationen austauschen (...)“ (ebd.).

Lösung und das Fordern und Unterstützen eigenständiger Lösungs- und Denkprozesse werden dabei besonders berücksichtigt (vgl. Seel 2003, S. 359; Winteler 2000, S. 138, Reinmann & Mandl 2006, S. 640f). Außerdem wird die Gelegenheit der Reflexion über das Lernen vorgesehen (vgl. Seel 2003, S. 359; Winteler 2000, S. 138, Reinmann & Mandl 2006, S. 640f).

In der Konsequenz gilt es eine Lernumgebung zu schaffen, in der die Lernenden eigene Wege gehen können, wo sie angeregt und begleitet werden und Antworten finden können (vgl. Looß 2007, S. 149).

7.2 Kontextorientierung in Lernumgebungen

Um der Forderung nach Authentizität in Lernumgebungen gerecht zu werden, wurde im Inversen Modul mit Kontexten gearbeitet. Die Forschung zum Einsatz von Kontexten und Alltagsbezügen zeigt, dass diese motivierend und interessensfördernd wirken können, (→ Kapitel IV:3.4 Kontextorientierung).

Kontextorientierung bedeutet, dass Lernprozesse anhand authentischer Beispiele initiiert werden. Dabei motivieren der Realitätsgehalt und die Relevanz des Alltagsbezuges den Erwerb neuer, benötigter Fähig- und Fertigkeiten (vgl. Müller 2006, S. 16). Authentizität und Situiertheit ermöglichen einen hohen Anwendungsbezug des Erlernten (vgl. Müller 2006, S. 16). Neues Wissen wird im Vorwissen verankert (vgl. Edelmann & Wittmann 2012, S. 123). Es ist zu berücksichtigen, dass das Vorwissen der Lernenden stärker das beeinflusst, was sie lernen, als die Aktivitäten der Lehrperson (vgl. Winteler 2008, S. 31; Spitzer 2006a, S. 69).

Bei der Planung von Lehr- und Lernprozessen ist das Vorwissen der Lerngruppe zu berücksichtigen. Hierbei kann das Vorwissen gezielt aktiviert werden. Leitend sind dabei die Fragen, welches deklarative und prozedurale Wissen kann vorausgesetzt werden? In welcher Form ist das Wissen verankert? Welcher Art ist das Vorwissen? Welche Vorerfahrungen haben die Lernenden mit dem Inhalt bereits gemacht und welche intuitiven Konzepte haben sich daraus ggf. entwickelt (vgl. Krause & Stark 2006, S. 46)?

Die Grundlage dieses Vorgehens ist es, die bereits gesammelten Erfahrungen der Lernenden als Basis für den Auf- und Ausbau kognitiver Netze zu nutzen. Die Kontexte bilden den Ausgangspunkt für den Aufbau wissenschaftlicher Erkenntnisse und die Basis für anwendbares Wissen. In den Ingenieurwissenschaften gibt es Ansätze für Kontextorientierung, z. B. die Einführung in den Maschinenbau an der TU Darmstadt: In Projektkursen für Erstsemester orientiert man sich an den Forderungen der Industrie (vgl. Kirchgeßner 2010, S. 20ff). Die damit einhergehende Kontextorientierung wird sowohl von den Studierenden als auch von den Lehrenden als gewinnbringend eingestuft (vgl. ebd.).

Das Finden geeigneter Kontexte ist keineswegs trivial, da sie so ausgewählt werden müssen, dass eine geeignete Verknüpfung zwischen der Fachsystematik und dem Kontext möglich ist (vgl. Müller 2006, S. 20). Dabei müssen die ausgewählten Kontexte oder Problemsituationen glaubwürdig und authentisch und gleichzeitig relativ eng am thematischen Inhalt sein (vgl. ebd.).

Kontexte bieten die Chance, Lernanforderungen als subjektiv sinnvoll wahrzunehmen (sinnstiftende Kontexte) (vgl. Muckenfuß 2008, S. 4). So ermöglichen Kontexte die Deutung von lebensweltlichen Zusammenhängen durch den Erwerb von notwendigen Kompetenzen; themenorientiertes Lernen und systematisches Lernen des Faches ergänzen sich gegenseitig (vgl. ebd.).

Kontexte wecken Interesse und motivieren durch ihre Sinnstiftung (vgl. Duit und Mikelskis-Seifert 2007, S. 4f). Sinnstiftende Kontexte lassen erkennen, warum ein Inhalt gelernt werden soll, die Kontextorientierung bietet zudem die Gelegenheit, die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen zu fördern. Lernende werden befähigt, sich eine Meinung zu technischen Entwicklungen und naturwissenschaftlicher Forschung zu bilden (vgl. Duit & Mikelskis-Seifert 2007, S. 5). So postulieren Duit und Mikelskis Seifert: „Fachliches Wissen und Wissen um die Anwendungen dieses Wissens in wichtigen Kontexten des „Alltages“ (im weiten Sinne) sind entscheidend“ (Duit & Mikelskis Seifert 2007, S. 6).

Der Kontext muss sich in einer guten Balance mit den fachlichen Inhalten befinden; er dient dem Einstieg in ein Thema genauso wie dem Bezug während der späteren fachlichen Erarbeitung (vgl. ebd.).

Wie die im Kapitel II: Lernen erwähnten Theorien, Konzepte und Konstrukte in der vorliegenden Untersuchung gezielt unterstützt und gefördert wurden, wird in Kapitel IV: Das Inverse Modul ausgeführt.

Kapitel III: Lehre an deutschen Hochschulen

Das Kapitel III schildert zunächst die Situation der Lehre und die Anforderungen an dieselbe an deutschen Hochschulen im Allgemeinen, geht anschließend auf die Spezifika ingenieurwissenschaftlicher Hochschullehre ein, um sich anschließend dem Einfluss der Lehrperson, der Lehrevaluation und dem Feedback zuzuwenden.

Lehre ist ein Kerngeschäft der Universitäten, die Qualität und Entwicklung der Lehre wird aber landläufig eher stiefmütterlich behandelt. Dabei bieten die Lehrenden mit ihrer Expertise des Lehrens ein großes Entwicklungspotential für Hochschulen, das bislang kaum beachtet wird.

Die Qualität der Lehre rückt derzeit immer mehr in den Blick der Politik, der Hochschulleitungen, der Institutionen und der Lehrenden selbst. Die Kritik an ihr ertönt allerorten. Bildungsforscher und Wirtschaftsverbände sehen einen Zusammenhang zwischen Abbrecherquoten und der unzureichenden „Stoffvermittlung“ (vgl. Becker 2012, o. S.). Qualitativ hochwertige – gute – Lehre zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass sie die Persönlichkeitsentwicklung der Studierenden fördert (vgl. ebd.). Gute Lehre ist außerdem ein Faktor für ein erfolgreiches Studium, welches für Hochschulen ein zunehmend wichtiges Standortmerkmal wird (vgl. Linde 2011, S. 25).

Eine rein fachliche Ausbildung der Studierenden reicht folglich nicht aus, um die Persönlichkeitsentwicklung des Lernenden zu ermöglichen, Lehre muss auch einen überfachlichen Kompetenzerwerb ermöglichen. Darauf sind die Lehrenden durch ihre eigene Ausbildung nicht vorbereitet, so dass sie ein Recht und einen Anspruch auf entsprechende Weiterqualifizierung durch die Hochschulen haben. Dieser Anspruch wird von hochschulpolitischen Gremien, Ministerien, Praktikern u.v.a.m. gleichermaßen gefordert.

So proklamieren beispielsweise der Wissenschaftsrat (2008) und die Hochschulrektorenkonferenz (2007) die Einrichtung eines von allen Hochschulen getragenen und verbindlichen **Qualifizierungsprogramms für alle Lehrenden** (vgl. Lübeck 2009, S. 1).

Nachfolgend rückt die Hochschuldidaktik²⁰ (wieder²¹) in den Fokus der Aufmerksamkeit. Sie wird dabei verstanden als „Integral von Programm- und Personal- sowie Organisationsentwicklung“ (Haertel et al. 2011, S. 3).

Nach gängiger Auffassung kommt es in der Erwachsenenbildung überwiegend darauf an, dass die Lehrperson fachlich kompetent ist; eine zusätzliche didaktische Qualifikation wird eher nebenbei erworben (vgl. Siebert 2000, S. 2). Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer in Deutschland sind häufig der Meinung, dass sie didaktisch qualifiziert seien, sobald sie eine Professur erlangt haben (vgl. Wildt 2009, S. 220; Linde 2011, S. 24). Eine große Rolle bei der Ausgestaltung der eigenen Lehre spielen die Erfahrungen und Vorbilder aus der eigenen Schul-, Studien- und Promotionszeit (vgl. Lübeck 2010, S. 8ff; Winteler 2000, S. 335). Zudem orientieren sich die Lehrenden an den Gegebenheiten und Gepflogenheiten der zugehörigen Fakultät (vgl. Wildt 2011, S. 3; Linde 2011, S. 24).

Gute Lehre sollte das Ergebnis einer hochschuldidaktischen Aus- und Weiterbildung sein. Weniger Frontalunterricht und mehr Interaktion wäre ein erster Schritt in die richtige Richtung (vgl. Becker 2012, o. S.). Der Lehralltag sieht vielerorts ganz anders aus: Ein großer Teil der Lehrenden besucht keinerlei hochschuldidaktische Aus- oder Weiterbildungen (vgl. Heiner 2013a, S. 62; Jungmann 2011, S. 33). Die Gründe für den einzelnen Lehrenden eine hochschuldidaktische Aus- und Weiterbildung zu besuchen oder auch nicht, sind dabei individuell und vielfältig. Lehrende, die an einer Weiterbildung teilnehmen geben an, generell ein hohes Interesse am Lehren und Lernen zu haben; sie interessieren sich insbesondere für aktivierende und neue Lehrformate (vgl. Schneider & Ihlen, 2013, S. 91). Als häufigster Grund für eine Nichtteilnahme an hochschuldidaktischen Weiterbildungen wird Zeitmangel angegeben. Fehlende disziplinspezifische Angebote werden ebenfalls als Hinderungsgrund genannt, manche Lehrende geben auch an, dass sie sich nicht in einer Gruppe, sondern individuell weiterbilden möchten (vgl. ebd.). Dabei spielt der Wunsch nach einer längerfristigen Begleitung und einem persönlichen Feedback eine entscheidende Rolle (vgl. ebd.). Biggs und Tang (2011, S. 77) beschreiben, dass die Lehrqualität von der Weiterbildung des Lehrenden und dessen Reflexion abhängt. Die Reflexion kann als eine Voraussetzung der Innovation der fachkulturell geprägten Lehre betrachtet wer-

²⁰Didaktik ist griechischer Herkunft (didaxis) und bedeutet so viel wie *Lehre* und *Unterricht*. „Entsprechend ist Didaktik im umfassenden Sinne die Wissenschaft des Lehrens und Lernens“ (Ritter-Mamczek 2011, S. 21). Didaktik ist die Wissenschaft vom Lehren und Lernen: Was wird warum gelernt? (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 28). Unter Hochschuldidaktik kann „die wissenschaftliche Bearbeitung der Probleme verstanden werden, die mit der Tätigkeit und Wirkung der Hochschule als (auch) einer Ausbildungseinrichtung zusammenhängen und zwar in praktischer Absicht“ (Huber 1983, S. 116). Methodik beschreibt in diesem Zusammenhang, wie gelernt wird, das heißt, welche Methoden eingesetzt werden (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 28).

²¹Bereits in den 1970er Jahren wurde ein DFG-Sonderforschungsbereich Hochschuldidaktik aufgesetzt. In dieser Zeit wurden an einigen Universitäten Arbeitsstellen für Hochschuldidaktik gegründet (vgl. Huber 1983, S. 115). Seit den 1990er Jahren wurden die Bestrebungen Hochschuldidaktik zu etablieren weiter ausgebaut. Es entstanden neue Netzwerke, Initiativen und Einrichtungen, die finanziell von den zuständigen Ministerien unterstützt wurden (vgl. Battaglia 2004, S. 3). Dabei verlief die Entwicklung unstet und ungleichmäßig, boomt aber derzeit aufgrund der bundesweiten Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Qualitätspakts Lehre.

den (vgl. Szczyrba & Wiemer 2011, S. 105). Schwierigkeiten ergeben sich häufig dann, wenn Lehrende die Erkenntnisse des Workshops auf ihre Lehrpraxis übertragen wollen. Der Transfer ist eine Hürde für viele Lehrende: In der Praxis stehen sie in Beziehung zu den Studierenden aus der eine besondere Dynamik erwachsen kann, welche dazu führen kann, dass die im Workshop erarbeiteten Modelle als untauglich befunden werden (vgl. Szczyrba & Wiemer 2011, S. 105). In diesem Sinne haben nur solche Innovationen Aussicht auf Erfolg, die den fachkulturellen Hintergrund mit betrachten (vgl. Szczyrba & Wiemer 2011, S. 109).

Die **Sicht der Lehrenden auf die Studierenden** ist für die Gestaltung von Lehre ein entscheidender Faktor. Lehre in der Hochschule besteht in der Praxis häufig aus der tradierten Instruktion: Der Lehrende präsentiert Fakten (vgl. Szczyrba 2006, S. 2) geordnet und möglichst zeitlich effektiv in 90-minütigen Veranstaltungsformen. Die Lernenden nehmen dieses Wissen überwiegend passiv auf, es kommt zu sogenanntem „trägen Wissen“ (Gruber et al. 2000, S. 139). Um einen Transfer des Lernstoffes zu ermöglichen, sollte dieser in Projektphasen und durch die Methodenvielfalt vertieft und vernetzt werden. Das erfordert nicht nur ein Umdenken bei den Lehrenden, sondern auch bei den Studierenden: Nicht die Klausur ist das Ziel, sondern die Persönlichkeits- und Kompetenzentwicklung, sowie die Teilhabe an der Gesellschaft.

Blom (2000) beschreibt, dass die Studierenden in der klassischen Hochschullehre passiv gehalten werden. Er geht davon aus, dass die Lehre traditionell determiniert ist: „Der klassische Lehrbetrieb wird nach dem Gießkannenprinzip gehandhabt. Mangels Interaktion und Selbstbeteiligung der Studenten wird zwangsläufig davon ausgegangen, dass der Erkenntnisstand der Studenten uniform und zu verallgemeinern oder schlichtweg nicht vorhanden ist“ (Blom 2000, S. 6). Diese Idee der Informationspräsentation als Lehrprinzip setzt voraus, dass die Studierenden in der Lage sind, die Informationen eigenständig zu verarbeiten (vgl. Blom 2000, S. 31).

Die Ergebnisse der Forschung zeigen, dass die Rolle der Lehrperson vor allem in der **Aktivierung der Lernenden** und der Ermöglichung von selbständiger Auseinandersetzung mit Inhalten bestehen sollte, um neben der Lernmotivation auch die fachliche Qualifizierung zu verbessern und den Erwerb überfachlicher Qualifikationen wie z. B. der Präsentationskompetenz zu ermöglichen (vgl. Winteler 2000, S. 133).

Studierende lernen durch das, was sie aktiv tun (vgl. Umbach & Wawrzynski 2004, S. 2, 18; Winteler & Forster 2008, S.163f, Waldherr & Walter 2014, S. 122). Die Forderung nach der Aktivierung der Studierenden hat ihren Ursprung in der konstruktivistischen Sicht auf das Lernen, nach der Wissen erst im Kopf der bzw. des Lernenden entsteht, wenn

diese bzw. dieser ihm eine Bedeutung zumisst und es aktiv durch individuelle Auseinandersetzung erschafft (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 62ff; Winteler 2000, S. 133). Im Sinne eines solchen Ansatzes müssten Lehrende Lernumgebungen schaffen, in denen eine aktive Auseinandersetzung möglich und nötig ist, dies fördert nicht nur die Lernmotivation, sondern auch die Langfristigkeit der Behaltensleistung (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 62ff; Winteler 2000, S. 133; Gerbig-Calcagni 2009, S.198). Parallel spielt in der konstruktivistischen Sicht auf Lernen, die Arbeitsbeziehung zwischen Lehrenden und Studierenden, die Kompetenz-zuschreibung und das Feedback der Lehrenden an die Studierenden eine wichtige Rolle (vgl. Szczyrba 2006, S. 9ff; Biggs & Tang 2011, S 64f).

„Die klassische Vorlesung, die auf die Wissensvermittlung abzielt, hat sich überlebt. Fachliches Grundwissen lässt sich heute aus Büchern ebenso gut gewinnen wie aus enzyklopädischen Angeboten des digitalen Zeitalters (...) die Zukunft gehört dem Kolloquium, in dem sich Professoren und Studenten lernend und lehrend wechselseitig stimulieren. Grundwissen wird mehr und mehr fragil, wenn es heißt, komplizierte Einzelfälle zu lösen“ (Kovce 2013, o. S.). Überlebt hat sich die klassische **Vorlesung** keinesfalls, sie ist das vorherrschende Format in den sogenannten MINT²²-Fächern . Dies hat neben historischen Gründen vor allem strukturelle und funktionale Ursachen. Vorlesungen ermöglichen es eine große Zahl an Teilnehmenden in Lehrveranstaltungen zuzulassen (vgl. Dorn 2013, o. S.). Ziele einer Vorlesung sind häufig die Aneignung von Überblickswissen und die Orientierung in einem Fachgebiet (vgl. ebd.). Wird sie dabei mit aktivierenden Phasen zur Verarbeitung des Gehörten angereichert, ist die Aufmerksamkeit und Behaltensleistung höher als ohne Aktivierung (vgl. Gerbig-Calcagni 2009, S.198).

Dennoch gilt es, das Format Vorlesung differenziert zu betrachten, nicht für jeden Kompetenzerwerb, Inhalt und Personenkreis ist sie per se und immer richtig. Vielmehr ist der passgenaue Einsatz von Veranstaltungsformaten wie Seminaren, Übungen, Praktika, Exkursionen, Vorlesungen usw. von zentraler Bedeutung für gute und zeitgemäße Lehre an der Hochschule.

In einer großangelegten Studie von Umbach und Wawrzynski (2004) wurde die Korrelation zwischen dem Engagement der Studierenden und den studienbezogenen Aktivitäten der Lehrenden überprüft (vgl. Winteler & Forster 2008, S. 165) mit dem Ergebnis: Lehrende, die häufiger aktivierende und kooperative Methoden einsetzen, höhere Anforderungen stellen, die eine gelungene Kommunikation mit den Studierenden fördern und die Studierenden eigene Erfahrungen sammeln lassen, hatten die engagierteren Studierenden mit

²²Fächer der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik

besseren Lernergebnissen (vgl. Umbach & Wawrzynski 2004, S. 2, 18; Winteler & Forster 2008, S. 165).

Im *Inversen Modul* wurde versucht, sich an den sieben Prinzipien **guter Lehre** von Winteler (2006) zu orientieren, welche ein Versuch sind, Merkmale zu summieren.

1. Förderung des Kontaktes zwischen Lehrenden und Lernenden.
2. Förderung der Kooperation zwischen den Studierenden.
3. Förderung des aktiven Lernens.
4. Förderung von studienbezogenen Tätigkeiten.
5. Regelmäßige Rückmeldungen für die Studierenden.
6. Hohes Anspruchsniveau.
7. Berücksichtigung verschiedener Fähigkeiten und Lernwege (vgl. Winteler 2006, S. 336).

Dabei wurde auf die oben aufgeführten Forderungen eingegangen, um qualitativ hochwertige Lernprozesse zu fördern.

1. Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge

Insbesondere in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen gibt es hohe Abbrecher- und Ausfallquoten (vgl. Fischer & Minks 2008, S. 42). Unter anderem durch Leistungsschwierigkeiten, schlechte Betreuungsverhältnisse und straffe Stundenpläne brechen Studierende ihr Studium ab (vgl. Heublein et al. 2010, S. 158; Jungmann et al. 2010, S. 6). Die **Studienabbruchquote** in den Bachelorstudiengängen der Universitäten im Bereich der Ingenieurwissenschaften liegt bei 36 % (vgl. Heublein et al. 2014, S. 4; S. 158f; Heublein et al. 2012, S. 16, 22; Heublein et al. 2010). Sie ist damit die zweithöchste Abbruchquote an Universitäten (vgl. Heublein et al. 2010, S. 158f; Heublein et al. 2012, S. 16, 22; Heublein et al. 2014, S. 4)²³. 25 % der Studierenden der Ingenieurwissenschaften, die ein Studium abgebrochen haben, geben an, dass Leistungsschwierigkeiten der Grund für den Studienabbruch waren. Diese Leistungsschwierigkeiten entstehen z. B. durch das Scheitern in den mathematischen Grundvorlesungen im ersten Studienjahr (vgl. Heublein et al. 2010, S. 158f; Heublein et al. 2012, S. 16, 22).

Lehrende gehen bei diesen Zahlen zumeist in die Verteidigungshaltung und formulieren, dass das Anspruchsniveau keinesfalls gesenkt werden darf, um schlecht ausgebildete Absolventinnen und Absolventen zu vermeiden (vgl. Wagner 2011, S. 3). Bestrebungen der Hochschuldidaktik, diese Abbrüche durch „neue“ Veranstaltungsformen zu verhindern,

²³Die meisten Studienabbrüche haben die Studiengänge der Naturwissenschaften und der Mathematik zu verzeichnen (vgl. Heublein et al. 2014, S. 4).

wollen dabei keinesfalls das Niveau senken, sondern die Art und Weise der Darbietung der Inhalte optimieren, Lernprozesse ermöglichen und anregen und sie dem Bedarf der Lehrenden und der Studierenden anpassen. Dabei ist die Interaktionsqualität zwischen Lehrenden und Studierenden ebenfalls von Bedeutung; Lehren und Lernen kann mit mehr Sinnhaftigkeit, Zielorientierung und Freude stattfinden. Das Scheitern einzelner Studierender bewegt sich so im Rahmen individueller Ursachen.

Mangelnde Studienmotivation ist mit 20 % ein Grund für einen Studienabbruch (vgl. Heublein et al 2010, S. 159). Hier lassen sich falsche Beratung der Studierenden zu Beginn des Studiums und damit falsche Erwartungen der Studierenden verorten (vgl. ebd.). Studierende erleben eine starke Diskrepanz zwischen dem, was sie vor Aufnahme des Studiums erwartet haben und den Erfahrungen, die sie dann in Bezug auf Inhalte, Schwierigkeitsgrad und das Klima machen (vgl. Winteler 2006, S. 338). Diese Diskrepanz führt zu Zweifeln am Sinn des Studiums wie das nachfolgende Zitat deutlich macht: „Studierende haben oft Schwierigkeiten, die Ziele des Studiums und das Wesen der studierten Disziplin zu verstehen. Ihre Erwartungen an die praktische Anwendbarkeit des Wissens, an das vermittelte Know-how und an die Relevanz der Inhalte werden oft enttäuscht. Sie haben Probleme, effektiv zu lernen, und kommen mit neuen Lehrmethoden wie problemorientiertem Lernen oder Teamlernen nicht zurecht, weil sie darin nicht trainiert worden sind“ (ebd.).

An dieser Stelle wird ein grundsätzlicher Widerspruch deutlich: Auf der einen Seite kommen die Studierenden mit den neuen Lehrmethoden nicht zurecht, auf der anderen Seite wird dies aber für eine zeitgemäße Hochschullehre von den verschiedenen Protagonisten gefordert. Eine langsame und schrittweise Heranführung an neue Lehrmethoden scheint deshalb nicht nur für die Lehrenden, sondern auch für die Studierenden notwendig und wünschenswert.

Motivationsprobleme resultieren u. a. aus fehlenden bzw. nicht erkennbaren Praxis- oder Berufsbezügen innerhalb des Studiums (vgl. Heiner et al. 2013, S. 101). Viele Studierende erleben Vorlesungen als in sich geschlossene Einheiten, die Wissensgebiete thematisieren, sie können wenige Beziehungen zwischen den Veranstaltungen herstellen. Dadurch fehlt ihnen der Überblick über den Studiengang, die Struktur und die Querbeziehungen zwischen den Fächern (vgl. Winteler 2006, S. 338) und sie verlieren sich in Einzelheiten und erkennen keine Bezüge zur späteren Berufspraxis.

Des Weiteren kritisieren die Studierenden die Asynchronität mathematischer und ingenieurwissenschaftlicher Veranstaltungen (vgl. Heiner 2013, S. 101). Häufig werden die mathematischen Grundlagen in den ersten Fachsemestern gelehrt, die Anwendung auf

ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen erfolgt dann erst in höheren Fachsemestern.

In der späteren Berufswelt erwartet die **Absolventinnen und Absolventen** international operierende Firmen, mit flachen Hierarchien und projektorientierten Aufgaben, auf die sie das Studium nur sehr bedingt vorbereitet hat (Jungmann et al. 2010, S. 7). Die Absolventinnen und Absolventen werden mit unklaren Zuweisungen von Zuständigkeiten konfrontiert, sie arbeiten in Projektteams mit Kolleginnen und Kollegen aus unterschiedlichsten Disziplinen zusammen, um das beste Ergebnis für den Kunden zu erreichen (vgl. Hermann 2003, S. 22). Dabei ist die Verständigung mit unterschiedlichen Fachdisziplinen eine wichtige Voraussetzung für effektives Arbeiten (vgl. ebd.).

Unternehmen fordern von den Absolventinnen und Absolventen zunehmend mehr persönliche und soziale Kompetenzen (vgl. Hermann 2003, S. 14) wie Teamfähigkeit, Selbstmanagement und Kommunikationsfähigkeit (→ Kapitel II:6. Kompetenzerwerb). Das Fachwissen rangiert in der DIHK-Studie (Pankow 2008) nur an fünfter Stelle. Dies liegt vermutlich unter anderem daran, dass von Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen ein breites Fachwissen als selbstverständlich vorausgesetzt wird und bei den persönlichen und sozialen Kompetenzen durch die Personalverantwortlichen Mängel festgestellt worden sind (vgl. Pankow 2008, S. 2).

Aus diesem Umstand resultiert der Anspruch, fachlichen und überfachlichen Kompetenzerwerb zu verzahnen: Innovative Lehr-/Lernformen wie beispielsweise das projekt- oder problembasierte Lernen ermöglichen es, reale Aufgabenstellungen aus der späteren beruflichen Ingenieurpraxis in die Lehre einzufügen (vgl. Jungmann et al. 2010, S. 7). Dieser Anspruch ergibt sich aber nicht nur aus den Forderungen der Unternehmen, auch aufgrund der Vernetzung und Anwendbarkeit sowie der tiefergehenden Verarbeitung der methodischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen in der eigenen Fachdisziplin ist ein integrierter Ansatz des Kompetenzerwerbs zu bevorzugen (vgl. ebd.).

1.1 Lehrformate in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehre

In den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen herrschen insbesondere in den ersten Studienjahren die Formate Vorlesung, Übung und Labor/Praktikum vor (vgl. Wildt 2006, S. 5). Seminare oder Projekte werden meist erst in den höheren Studienjahren angeboten und beschränken sich auch dort nur punktuell auf einen sehr geringen Workload. Diese Struktur des Studiums wird zumeist damit begründet, dass die Studierenden zunächst über ein breites Grundlagenwissen verfügen müssen, bevor sie sich ingenieurpraktischen Tätigkeiten zuwenden können.

Vorlesungen sind die häufigste Lehrform in den Ingenieurwissenschaften. 97 % aller befragten Professorinnen und Professoren im Bereich Maschinenbau setzen sie ein und flankieren ihr Lehrangebot mit Übungen (vgl. Fischer & Minks 2008, S. 81). Begleitend zu den Vorlesungen werden vielerorts **Übungen** zu 45 oder 90 Minuten angeboten, in denen die Lernenden entweder die Gelegenheit haben, Beispielaufgaben zu rechnen oder ihnen werden die Aufgaben vorgerechnet, so dass sie die Rolle des Konsumenten einnehmen (vgl. Szczyrba & Wildt 2005, S. 6ff). Ergänzend gibt es in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen häufig Praktika oder Labore, in denen fachmethodische Kompetenzen geschult werden (sollen) (vgl. Szczyrba 2006, S. 1ff).

Die Aktivität der Studierenden beschränkt sich in der Vorlesung zumeist auf das Mitschreiben des Tafelanschiebs (vgl. Kautz 2006, S. 1). Die Möglichkeit Fragen einzubringen ist begrenzt und wird von den Studierenden kaum wahrgenommen (vgl. ebd.). Fragen, die von Studierenden dennoch gestellt werden, richten sich überwiegend auf das Verständnis der Rechenschritte (vgl. ebd.). „Eine aktive gedankliche Auseinandersetzung mit dem Lernstoff findet während der Vorlesung oft nicht statt. Dass dies während der individuellen Nachbereitung der Inhalte und bei der Bearbeitung von Übungsaufgaben erfolgt, wird zwar von vielen Dozenten erwartet, trifft aber häufig selbst dann nur in geringem Maße zu, wenn diese (fast ausschließlich quantitativen) Aufgaben tatsächlich bearbeitet werden“ (ebd.).

Untersuchungen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften belegen, dass auch nach dem Abschluss der Lehrveranstaltung noch intuitive Konzepte (→ Kapitel II: Lernen junger Erwachsener) und Verständnisschwierigkeiten bei den Studierenden vorhanden sind (vgl. Kautz 2006, S. 1; Kautz 2001, S. 38). Passive Formen des Lehrens scheinen demzufolge nur bedingt dazu geeignet, **konzeptionelles Verständnis** zu erlangen (vgl. Kautz 2006, S. 1). In Veranstaltungen, die aktivierende Methoden einsetzen, konnte ein messbar höherer Lernerfolg nachgewiesen werden, was den Schluss nahe legt, dass eine Investition in die Aktivierung der Studierenden lohnend sein kann (vgl. ebd.).

1.2 Konsequenzen für das ingenieurwissenschaftliche Studium

Die Umstellung auf die Bachelor- und Masterstrukturen an deutschen Universitäten seit 2000 fordert eine Modularisierung der Studienstrukturen, welche einhergeht mit dem Paradigmenwechsel eines **shift from teaching to learning**. Dieser sagt aus, dass das Lehren konsequent vom Lernen her gedacht wird (vgl. Wildt 2003, S. 14) und bedeutet somit einen Wechsel von einer Input- zu einer Outcomeorientierung. Was sollen Studierende am Ende der Veranstaltung, am Ende des Moduls, am Ende ihres Studiums

können (Kompetenzorientierung) (vgl. Fischer & Minks 2008, S. 1). Dabei steht nicht das Lehren im Vordergrund, sondern vielmehr wird der Lernprozess der Studierenden in den Fokus gerückt (vgl. Wildt 2003, S. 14). Es wird von der so genannten Ermöglichungsdiaktik gesprochen (vgl. Waldherr & Walter 2014, S. 111). Hierfür eignen sich Lehrmethoden, die zur selbständigen und selbsttätigen Wissensaneignung anregen (vgl. ebd.).

Die Zufriedenheit der Teilnehmenden in der Erwachsenenbildung bei lehrendenzentrierten Veranstaltungen lässt den Schluss zu, „... dass Lernende, die ständig in eine passiv-rezeptive Rolle gedrängt werden, mit der Zeit eine „verwöhnte“ Haltung entwickeln und aktivere Lehr-Lern-Formen nicht mehr wollen und beherrschen“ (Winteler 2000, S. 137).

Der *shift from teaching to learning* gibt der **Rolle der Lehrperson** eine neue Akzentuierung, er/sie wird zum/zur Arrangeur/in, der/die in der Lernumgebung als Lernberater/in oder Instruktor/in agieren kann. Dabei wird selbstorganisiertes und aktives Lernen gefördert sowie lernförderliche Aspekte berücksichtigt (vgl. Wildt 2003, S. 14; Waldherr & Walter 2014, S. 110f).

2. Lehrende

In diesem Abschnitt werden die Einflüsse der Lehrperson auf den Lernerfolg der Studierenden näher beleuchtet. Dabei wird die Beziehung zwischen dem Lehrenden und den Studierenden sowie die Aussagekraft von Lehrevaluationen betrachtet, die das Handeln von Lehrenden in den Mittelpunkt stellen, mögliche Lehreinstellungen werden ebenfalls dargestellt. Besonders im Hinblick auf das Untersuchungsdesign der vorliegenden Arbeit ist dieses Kapitel von Bedeutung, denn im *Inversen Modul* wurde die Veranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* von der gleichen Lehrperson mit unterschiedlicher Gestaltung angeboten, wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde: die Vorlesung und das *Inverse Modul*.

Zunächst wird dargestellt, in welchem Rahmen sich die Lehrenden in der Hochschule bewegen: Lehrende in Hochschulen agieren im **Spannungsfeld von Forschung und Lehre**. Fragt man sie nach ihrem primären Interesse, gibt knapp ein Drittel an, das es die Lehre sei, zwei Drittel geben die Forschung als primäres Interesse an (vgl. Winteler 2006, S. 335). Lehrende der Rechts- und Naturwissenschaften bezeichnen sich als stärker forschungsorientiert als die der Sprach-, Kultur- und Sozialwissenschaften. Lehrende der Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften nehmen eine mittlere Position ein (vgl. ebd.). Ein Vergleich zwischen männlichen und weiblichen Lehrenden ergab, dass weibliche Leh-

rende mehr Zeit in die Vorbereitung der Lehre investieren und eine eher prozessorientierte und studierendenzentrierte Einstellung zur Lehre haben als ihre männlichen Kollegen (vgl. Winteler 2000, S. 139). Im Vergleich zwischen den Fächern ergaben sich ebenfalls Unterschiede zwischen den Lehrenden. Lehrende natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächer gaben an, stärker inhaltsorientiert und weniger studierendenzentriert als ihre Kolleginnen und Kollegen in den geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern zu arbeiten (vgl. ebd.). Sie investieren außerdem weniger Zeit in lehrbezogene Aktivitäten, geben den Studierenden aber eine schnellere und direktere Rückmeldung als die Kolleginnen und Kollegen in den geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern (vgl. ebd.). Generell lässt sich feststellen, dass eine zunehmende Inhaltsorientierung beobachtet werden kann, je größer die Zahl der Teilnehmenden ist (vgl. ebd.). Lehrende sind mit der Ausrichtung an der Kompetenzorientierung und der Integration von aktiven Elementen in Lehrveranstaltungen konfrontiert, die Individualisierung des Lernens gestaltet sich in den klassischen Formaten schwierig und stellt eine Herausforderung für viele Lehrende dar (vgl. Bonnet et al. 2013, S. 25; Fischer & Minks 2008, S. 49).

Einstellungen von Lehrenden zum Lehren und Lernen hängen u. a. von persönlichen, im Laufe des Lebens erworbenen Eigenschaften und Erfahrungen ab, sind aber auch Reaktionen auf die Gegebenheiten der Lehr-Lern-Umgebung (vgl. Winteler 2000, S. 140; Szczyrba & Wiemer 2011, S. 102). Wie bereits erwähnt, übernehmen die Lehrenden durch Beobachtung Lehransätze von „Vorbildern“ (vgl. Winteler 2006, S. 335; Szczyrba & Wiemer 2011, S. 102). Ihre Lehrpraxis speist sich außerdem aus der Verarbeitung ihrer Lehr-Erfahrungen: „So, wie wir als Lehrende „unterrichten“, moderieren, leiten, prüfen, wirken wir als Modell – besonders dann, wenn wir Situationen gestalten, in denen sich unsere Lernpartnerinnen und Lernpartner einfinden *müssen* (z. B. Pflichtlehrveranstaltungen oder Prüfungen). [...] Insofern ist die eigene Person ein wichtiges Instrument der Arbeit“ (Knoll 1998, S. 35).

Studierende schätzen ihren Kompetenzzuwachs höher ein, wenn der Lehrende eine studierendenfokussierte Lehr-Orientierung hat (vgl. Eder & Scholkmann 2011, S. 9). Diese Orientierung nennt man personenzentriert (vgl. Hattie 2013, S. 143). Eine studierendenfokussierte Lehr-Orientierung ist u. a. gekennzeichnet durch offene Lernsituationen und die Wertschätzung aller Lernenden (vgl. ebd.).

Die Lehrqualität äußert sich in verschiedenen Aspekten, von denen an dieser Stelle insbesondere zwei vertieft werden, zum einen in der Art und Weise wie die Lehrperson mit

den Studierenden interagiert, zum anderen, wie sie die Inhalte strukturiert (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 69).

Biggs und Tang (2011) fassen die **Lehransätze** in Level zusammen. Sie unterscheiden drei Rollen, die Lehrende einnehmen. Diese hängen von ihrer Sicht auf das Lernen ab. Auf „Level eins“ präsentieren Lehrende den Studierenden Inhalte, die diese aufnehmen sollen. Der Fokus liegt auf dem, wie die Studierenden sind bzw. welche Eigenschaften ihnen zugeschrieben werden. Auf „Level zwei“ präsentiert die Lehrperson zusätzlich wichtige Konzepte und Prinzipien, die Art der Präsentation ist dabei von entscheidender Bedeutung für das Verständnis. Der Fokus liegt hier auf dem, was die Lehrenden tun. Auf „Level drei“ fokussiert die Lehrperson auf das, was die Studierenden tun, sie regen die Studierenden zu Aktivitäten passend zu den Lernzielen an (vgl. Biggs und Tang 2011, S. 29).

Sollen Studierende komplexe Sachverhalte erlernen, benötigen sie u. a. zahlreiche Beispiele und unterschiedliche Wege des Zugangs zu den Inhalten (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 69). Kein Methodeneinsatz hat eine solch hohe Auswirkung auf den Lernerfolg wie die **Interaktion zwischen dem Lehrenden und den Studierenden** (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 77, Wendorff 2014, S. 11). Weswegen im *Inversen Modul* neben dem Einsatz passgenauer Methoden vor allem auf die Interaktionsqualität zwischen der Lehrperson und den Studierenden geachtet wurde.

Nach Hattie hat die Lehrperson einen erheblichen **Effekt auf die Lernleistung** der Lernenden, der insbesondere aus den folgenden Punkten resultiert:

- Erwartungen der Lehrperson,
- Strukturiertheit der Lehrperson,
- Offenheit der Lehrperson,
- das Lernklima (positiv-emotional mit einer gut ausgeprägten Fehlerkultur und der Möglichkeit ein Feedback zu erhalten),
- Transparenz der Erfolgs- und Leistungskriterien,
- Förderung von Anstrengungsleistungen,
- Einbindung aller Lernenden (vgl. Hattie 2013, S. 41f; Wendorff 2014, S. 7ff).

Lehrende haben besonders dann einen lernförderlichen Einfluss, wenn sie den Lernenden zeigen, wie sie bestimmte Strategien und Denkweisen nutzen (vgl. Hattie 2013, S. 42). Werden die Lernenden ermutigt, über die Lösung des Problems hinauszugehen und die Lösung zu analysieren und zu interpretieren, wird dies als qualitativ hochwertiger Unterricht wahrgenommen (vgl. Hattie 2013, S. 42; Waldherr & Walter 2014, S. 123).

Beurteilen die Studierenden die Lehre als qualitativ hochwertig, ist diese Lehre wiederum besonders effektiv (vgl. Bain 2004, S. 15; Hattie 2013, S. 42). Gute Lehrende gehen davon aus, dass ihre Studierenden lernen wollen, erläutern den Studierenden, wie sich ihre eigenen Interessen entwickelt haben, an welchen Stellen sie gescheitert sind und an welchen sie erfolgreich waren (vgl. Bain 2004, S. 18).

Bei Bain (2004) sind ergänzende Merkmale zu finden, z. B., dass gute Lehrende komplexe Sachverhalte auf das Wesentliche reduzieren können und verstehen, wie Lernen funktioniert (vgl. Bain 2004, S. 16). Gute Lehrende bereiten sich außerdem auf ihre Lehre vor, insbesondere, indem sie die Adressaten analysieren, die Themen festlegen, die Prüfung planen und Selbstarbeitsphasen integrieren (vgl. Bain 2004, S. 17; Szczyrba & Wildt 2005, S. 15).

Auch Bain benennt Merkmale guter Lehrender, die ergänzend zu Hattie, die folgenden Aspekte beleuchten:

- die Lernenden sind zufrieden mit den Lehrenden,
- die Lernenden haben den Wert und die Techniken des kritischen Denkens, des Problemlösens, der Kreativität und von ethischen Komponenten erfahren,
- die Lernenden haben authentische Lerngelegenheiten vorgefunden,
- die Lernenden wurden dazu ermutigt, kooperativ zu lernen (vgl. Bain 2004, S. 18).

Geringe Erwartungen an die Leistungsfähigkeit der Lernenden können zu einer sich selbst erfüllenden Prophezeiung führen, die Lernenden liefern tatsächlich geringere Leistungen ab (vgl. Bain 2004, S. 17; Hattie 2013, S. 43; Wendorff 2014, S. 17). Lehrende, die der Meinung sind, dass alle im Lernverband etwas lernen können, wirken sich positiv auf den Lernerfolg aus (vgl. Hattie 2013, S. 43; Wendorff 2014, S. 13).

Herrscht im Lernprozess ein **Klima** vor, in dem sich die Lernenden und der Lehrende in Bezug auf ihre grundlegenden psychologischen Bedürfnisse wohl fühlen, so steigert dies die intrinsische Motivation der Studierenden (vgl. Krapp 2005, S. 638; Waldherr & Walter 2014, S. 129). Als Resultat guter Lehre, arbeiten die Lernenden gerne am Thema (vgl. Bain 2004, S. 18).

Lehrende, die authentisch wirken und ein großes Engagement mitbringen sowie ihre Motivation für das Lehr-/Lerngeschehen, wirken sich ebenfalls positiv auf das Lernen aus (vgl. Roth 2003, S. 23; Waldherr & Walter 2014, S. 129). Lernende schätzen innerhalb der ersten Minuten einer Begegnung ab, ob der Lehrende motiviert und kompetent ist und sich mit dem Inhalt identifiziert (vgl. Roth 2003, S. 23).

Studentische Tätigkeiten fördernde Merkmale sind: Die Vorbereitung des Lehrenden, die Organisation der Lehre, die Transparenz und Verständlichkeit, das wahrgenommene Ergebnis der Effizienz des Unterrichts, die Bestätigung durch den Lehrenden, die Offenheit des Lehrenden gegenüber anderen Positionen, das Stellen von Fragen zum Inhalt und die Diskussionsbereitschaft (vgl. Winteler 2006, S. 336).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass **gute Lehrende** einige spezielle Eigenschaften und Aktivitäten auszeichnen:

- Sie sind Experten ihres Faches.
- Sie bereiten ihre Lehre gut vor und legen einen Fokus auf die Studierenden.
- Sie gehen davon aus, dass Lernen ein konstruktiver Prozess ist.
- Sie wissen, dass die Studierenden mit Vorwissen und intuitiven Konzepten in ihre Lehrveranstaltungen kommen und sich diese nur langsam verändern.
- Sie erwarten viel von ihren Studierenden, aktivieren und motivieren sie.
- Sie schaffen eine natürlich-kritische Lernumgebung.
- Sie behandeln ihre Studierenden fair.
- Sie überprüfen den Fortschritt und evaluieren Effekte des Lehrens und Lernens (vgl. Bain 2004, S. 15ff).

Der Aufbau eines **Arbeitsbündnisses** zu den Studierenden ist das erste Ziel der Lehrenden, die Studierenden haben in diesem Bündnis die Aufgabe mitzuarbeiten (vgl. Szczyrba & Wildt 2005, S. 14). Im Projekt „LeWi-Coaching“ wurden Lehrende in einem Coaching individuell und prozessorientiert begleitet und beraten (vgl. Kamphans et al. 2011, S. 16). Im Rahmen der Begleitforschung konnte festgestellt werden, dass der Blick auf einzelne Lehrveranstaltungen bedeutsame Aspekte des Lehr-/Lernprozesses sichtbar werden lässt „z. B. wie begeistert Studierende sein können bei dem Gefühl, in der Lehr-Lern-Interaktion ernst genommen zu werden. Gleichzeitig aber auch, wie begeistert Lehrende sind, wenn sich die Studierenden für den Stoff ihrer Vorlesung interessieren und ‚echte‘ Interaktionen stattfinden“ (Kamphans et al. 2011, S. 17). Die begleitende Untersuchung konnte Veränderungen auf verschiedenen Ebenen beobachten:

- Interaktionen zwischen der Lehrperson und den Studierenden nehmen zu,
- Aufmerksamkeit und Spaß steigen sowohl bei der Lehrperson als auch bei den Studierenden an,
- Lehrpersonen erkennen Lernfortschritte und können besser einschätzen, was die Studierenden verstanden bzw. nicht verstanden haben.

- Lehrpersonen übernehmen Erlerntes für weitere Lehrveranstaltungen und kommunizieren die Veränderungen mit Kolleginnen und Kollegen (vgl. Kamphans et al. 2011, S. 18).

Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die Lehrenden über einen längeren Zeitraum motiviert sind, sich mit Veränderungen in ihrer Lehre auseinanderzusetzen und sich der Zeitaufwand für die Veränderungen in Grenzen hält, wenn man ein kleinschrittiges, sukzessives Vorgehen wählt, d. h. wenn zunächst eine Veränderung angestoßen, diese überprüft und diskutiert wird und erst danach die nächste Veränderung angegangen wird (vgl. ebd.). Diese Erfahrungen hat die Lehrperson im *Inversen Modul* ebenfalls geäußert. Die Compliance der Lehrperson wird dadurch vergrößert und die Erfolgsaussichten für eine dauerhafte Veränderung erhöht.

2.1 Lehrevaluationen

Wie die Qualität der Lehr- und Lernprozesse durch studentische Lehrevaluationen erfasst werden können, wird in diesem Kapitel dargestellt.

Studentische Lehrevaluationen können bei den Lernenden verschiedene Ebenen in Bezug auf eine Veranstaltung erfragen. Dabei ist das Ziel einer Lehrevaluation, z. B. die Bewertung und Qualität der ergriffenen Maßnahmen zu erfassen. In studentischen Lehrevaluationen sollen durch systematische, methodische Vorgehensweisen wesentliche Informationen für die Gestaltung der Praxis ermittelt werden (vgl. Rindermann 2003, S. 233). In der hier vorgestellten Arbeit wurde insbesondere die Akzeptanz, Zufriedenheit und Reaktion der Teilnehmenden sowie die Bewertung der Qualität der ergriffenen Maßnahmen auf das *Inverse Modul* erfragt.

In Lehrevaluationen sind Lernende im Allgemeinen recht genau in der Beurteilung der Lehrqualität (vgl. Hattie 2013, S. 42). Lehrveranstaltungsevaluationen beleuchten verschiedene Perspektiven einer Lehrveranstaltung, z. B. den strukturellen Aufbau, das Verhalten der Lehrperson, die Rahmenbedingungen und/oder studentische Determinanten. Zum Verhalten der Lehrperson gehören in vielen Instrumenten zur Lehrveranstaltungsevaluation neben den rhetorischen Fähigkeiten, die verständliche Erklärung und Darstellung von Sachverhalten, Kompetenz, Motivation, Kommunikation, Schwierigkeitsmanagement und Engagement (vgl. Rindermann 2003, S. 235f). Studentische Determinanten sind beispielsweise Anstrengungsbereitschaft, Vorwissen, Kompetenzzuwachs oder die veranstaltungsinterne Beteiligung.

Die genannten Determinanten haben einen Einfluss auf den Lehrerfolg, der sich aus der Interessantheit der Veranstaltung, der allgemeinen Veranstaltungsqualität, dem Lerner-

folg, dem Kompetenzerwerb und der Einstellungsänderung zusammensetzt (vgl. Rindermann 2003, S. 236).

Obwohl Lehrveranstaltungsevaluationen teilweise umstritten sind – ihnen wird u. a. vorgeworfen, sie würden Beliebtheit messen – zeigen vielfältige Untersuchungen, dass sie valide, verlässlich und vertrauenswürdig sind (vgl. Rindermann 2003, S. 237f; Hattie 2013, S. 139).

Zwar lässt sich aus einer großen **Zufriedenheit**²⁴ oder Akzeptanz nicht automatisch schlussfolgern, dass Lehrveranstaltungen auch einen großen Wissenszuwachs nach sich ziehen, aber eine große Unzufriedenheit sollte Anlass sein, Verbesserungen anzuregen (vgl. Westermann 2006, S. 761). Rindermann kommt zu dem Schluss, dass Lehrveranstaltungsevaluationen ein Maß für die universitäre Lehrqualität sind (vgl. Rindermann 2003, S. 238). Die Lehrqualität wiederum weist einen Zusammenhang zur Studienzufriedenheit auf (vgl. Westermann 2006, S. 758). Diese beiden Schlussfolgerungen sind deshalb bedeutsam, weil sie die Relevanz der Evaluation in der durchaus kritischen Diskussion von Zufriedenheitsabfragen aufzeigen.

Die Zufriedenheit der Lernenden umfasst z. B. die Reaktion auf die Veranstaltung, das wahrgenommene Arbeitsklima und die Einstellung zur Lehre (vgl. Gessler 2005, S. 9). Die Zufriedenheit der Studierenden wirkt sich vermutlich auf das Engagement, die Neigung zum Studienabbruch, die Leistung im weiteren Studium sowie auf die Lebenszufriedenheit und die körperliche Gesundheit aus (vgl. Westermann 2006, S. 757).

Die Zufriedenheit ist aber auch aufgrund der Wechselwirkung zwischen der Person und ihrer Umwelt wichtig, sie beeinflusst die Motivation, die Aktivitäten und Einstellungen der Lernenden (vgl. ebd.). Die Zufriedenheit mit einer Lehrveranstaltung hängt außerdem eng mit dem Interesse am Thema zusammen, sowie mit der Lehrperson (vgl. Westermann 2006, S. 758). Lehrende, die extrovertiert, erfahrungsoffen und sozialorientiert sind werden positiver bewertet (vgl. ebd.).

Die Abfrage der Zufriedenheit und die Reaktion der Teilnehmenden mit der Lehrveranstaltung ist ein wichtiger Teil zur Sicherung und Weiterentwicklung der Veranstaltung (vgl. Gessler 2005, S. 6), bestenfalls wird sie mit der Abfrage des Kompetenz- bzw. Lernzuwachses und einem Feedbackgespräch verbunden.

²⁴Zufriedenheit wird im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungsevaluationen in dieser Arbeit verstanden als Abgleich zwischen dem Ist-Zustand und den Erwartungen an eine Situation. Passen die Erwartungen und der Ist-Zustand zusammen, soll von Zufriedenheit gesprochen werden, wird die Erwartung sogar übertroffen, ist die Zufriedenheit besonders hoch. Zufriedenheit ist damit eine Einstellung, sie hat neben einer kognitiven Komponente auch eine emotionale Komponente und generiert sich aus den gesammelten Erfahrungen (vgl. Nerdinger & Neumann 2007, S. 129f; Westermann 2006, S. 757).

2.2 Feedback

Feedback zählt zu den stärksten Einflüssen auf die Lernleistung, dabei wird Feedback verstanden als eine Information, „die von einem Akteur (...) über Aspekte der eigenen Leistung oder des eigenen Verstehens gegeben wird“ (Hattie 2013, S. 206). Feedback beleuchtet Differenzen zwischen dem, was verstanden wurde und dem, was verstanden werden sollte (vgl. Hattie 2013, S. 207, Wendorff 2014, S. 8). Lernende können mittels eines Feedbacks eigene Einschätzungen bestätigen, widerlegen, anpassen oder neu strukturieren (vgl. Hattie 2013, S. 207; Wendorff 2014, S. 8). Ein Feedback kann zusätzliches Fachwissen, metakognitives Wissen, Aufgaben, Strategien o. ä. beinhalten (vgl. Hattie 2013, S. 207).

Feedback kann sich dabei auf die Ebenen Aufgabenbewältigung, Lernprozess oder Strategieeinsatz beziehen. Auch Feedback, das sich auf zuvor aufgestellte Lernziele bezieht, die von den Lernenden internalisiert worden sind, hat eine hohe Wirksamkeit (vgl. Hattie 2013, S. 207; Wendorff 2014, S. 8). Das Aufzeigen von Möglichkeiten, die zur Zielerreichung führen, kann Bestandteil eines Feedbacks sein (vgl. Wendorff 2014, S. 8).

„Insbesondere ist Feedback effektiver, wenn es Informationen zu korrekten statt zu falschen Antworten gibt und wenn es auf Variationen zu bisher begangenen Pfaden aufbaut (Hattie 2013, S. 208).“ Die Wirksamkeit von Feedback an Lernende hängt auch von der Schwierigkeit der Ziele und Aufgaben ab. Besonders wirksam ist es dann, wenn die Ziele spezifisch und anspruchsvoll sind (vgl. ebd.).

Feedback ist dann wirkungsvoll, wenn es als eine geringe Bedrohung für das Selbstwertgefühl wahrgenommen wird (→ Kapitel II:4. Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit) (vgl. ebd.).

Leitende Fragen für ein Feedback sind: „Was ist das Ziel?“, „Wie ist der persönliche Fortschritt?“, „Was sind die daraus folgenden Schritte?“ (vgl. Hattie 2013, S. 210).

Die Forschung zum **formativen Feedback**²⁵ belegt, dass ein solches Feedback besonders effektiv ist (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 64). Das Feedback wird dann verstanden als ein Interaktionsprozess zwischen Studierenden und der Lehrperson und kann/sollte in beide Richtungen genutzt werden, die Studierenden wissen, welche Inhalte sie bereits beherrschen und an welchen Stellen weitere Arbeit nötig ist. Die Lehrenden wissen, welche Schwierigkeiten die Studierenden haben und können gezielt darauf eingehen (vgl. Hattie 2013, S. 210f).

²⁵ Unter formativem Feedback ist solches Feedback zu verstehen, welches während des Lernens gegeben wird (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 64). Den Studierenden wird zurückgemeldet, wie gut sie in der Bearbeitung einer Aufgabe sind und an welchen Stellen weiterer Bearbeitungsbedarf besteht. Im Gegensatz dazu wird ein summatives Feedback oder auch summatives Assessment am Ende eines Lernprozesses gegeben.

Ein wichtiger Faktor im Rückmeldeprozess ist das Nutzen der Fehler und Schwierigkeiten der Studierenden. Fehler in diesem Sinne sind wichtige Lerngelegenheiten (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 65). Sie können intuitive Konzepte aufdecken. Um diese Fehlerkultur zu implementieren, ist vor allem ein gutes Lernklima entscheidend, in dem sich die Studierenden frei fühlen, Fragen zu stellen, Fehler zu machen und Wissens- und Verständnis-Verständnislücken zu offenbaren (vgl. ebd.).

Teilweise ist es für Lehrende schwer, mit falschen Antworten oder Aussagen von Studierenden umzugehen. Sie stehen vor dem Dilemma, den Fehler anzuzeigen, um nicht bei allen Studierenden ein falsches Verständnis zu erzeugen und auf der anderen Seite ein gutes Lernklima zu schaffen. Biggs und Tang empfehlen den Lehrenden, falsche Antworten in das Plenum zurück zu geben und zunächst verschiedene Antworten zu sammeln (vgl. ebd.).

Studierende können so auf der einen Seite ihr Gesicht wahren und auf der anderen Seite werden sie positiv korrigiert, was ihnen verdeutlicht, dass Fehler wichtige Lerngelegenheiten sind (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 66).

Gut positioniertes Feedback zum Lernstand der Studierenden ist ein wichtiger Beitrag für erfolgreiches Lernen, hierauf wurde in der Konzeptionierung und Umsetzung des *Inversen Moduls* geachtet, im Laufe des Semesters hatten die Studierenden immer wieder die Gelegenheit, ein Feedback zu bekommen, die Lehrperson wiederum bekam einen Einblick in den Stand des studentischen Lernprozesses.

Die dargestellten Ausführungen der Gestaltung von Lehre in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen fand Eingang in die Konstruktion des *Inversen Moduls*, welches im folgenden Kapitel ausführlich erläutert wird. Neben der Konzeptionierung werden die eingesetzten Methoden beschrieben und deren Anpassung auf das *Inverse Modul* erörtert.

Kapitel IV: Das Inverse Modul

Zum Wintersemester 2008/2009 startete an der TU Braunschweig in der Fakultät Maschinenbau am Institut für chemische und thermische Verfahrenstechnik (ICTV), das Modellprojekt *Inverses Modul*.

Das ICTV der TU Braunschweig ist an der Ausbildung verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Fachrichtungen beteiligt, so z. B. dem Bioingenieurwesen, dem Maschinenbau/Vertiefungsrichtung Verfahrenstechnik und dem Wirtschaftsingenieurwesen. Das Lehrportfolio erstreckt sich über die klassischen Themen der chemischen und thermischen Verfahrenstechnik, z. B. Mehrphasenströmung, Thermische Verfahrenstechnik (Grundlagen und Vertiefung), Chemische Verfahrenstechnik, Stoffwandlungsprozesse, Mikroverfahrenstechnik, Hybride Trennverfahren und Fluidverfahrenstechnik. Angehende Ingenieurinnen und Ingenieure können sowohl Grundlagenwissen als auch den Umgang mit und die Lösung von anwendungsorientierten Fragestellungen erlernen.

Insbesondere die einführenden Lehrveranstaltungen am ICTV sind geprägt durch ein hohes Maß an Diversität der Teilnehmenden, da hier Studierende aus verschiedenen Fachrichtungen und verschiedenen Fachsemestern zusammen kommen. Dieser Umstand war eine Motivation für das hier vorgestellte Modellprojekt.

Die Vorbereitungsphase der Umstrukturierung der Veranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* für das Modellprojekt, begann bereits ein Jahr vor der Durchführung des *Inversen Moduls*. In diese Phase wurde zunächst die bestehende Vorlesung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* hospitiert, eine Vorerhebung (→ Kapitel XI:4. Fragebogen Vorerhebung) durchgeführt und anschließend das Konzept erarbeitet. Dazu gehörte auch die Aufbereitung der Inhalte, die Vorbereitung von Aufgaben, Materialien und einem semesterbegleitenden Projekt.

In der Vorerhebung wurden die Studierenden des Wintersemesters 2007/2008 nach der Hälfte des Semesters nach Inhalten, die sie bereits kennengelernt haben und nach Rahmendaten befragt. Dabei fiel auf, dass die Studierenden auf die Frage, welche Literatur sie zum Thema Verfahrenstechnik kennen, in der überwiegenden Mehrheit angaben, keinerlei Literatur zu kennen. Dieser Punkt wurde im *Inversen Modul* konsequent aufgegriffen: Die passende Literatur wurde auch während der Veranstaltungszeit genutzt und immer wieder auf dieselbe verwiesen.

Die Vorlesung besuchten pro Semester ca. 50 Studierende. Es zeigte sich auch in Bezug auf das Teilnahmeverhalten der Studierenden ein häufig zu beobachtendes Bild: Zu Beginn des Semesters war die Veranstaltung gut besucht, im Laufe des Semesters nahm die Teilnehmendenzahl kontinuierlich ab, um kurz vor der Klausur noch einmal anzusteigen.

Parallel zur Vorlesung²⁶ wurde in den Wintersemestern 2008/2009 und 2009/2010 das *Inverse Modul* angeboten. Vorlesung und *Inverses Modul* wurden von der gleichen Lehrperson angeboten, so war eine Vergleichsuntersuchung möglich, die es erlaubte, den Einfluss der Lehrpersönlichkeit auf das Lehr-/Lerngeschehen als weitestgehend gleich anzunehmen (→ Kapitel III:2. Lehrende). Die Vorlesung verlief äquivalent zu den vergangenen Semestern, der Lehrende referierte die Inhalte in 90 Minuten. Eine Übung von 45-minütiger Dauer schloss sich an.

Die Motivation der Lehrperson, Veränderungen in der Lehre anzustoßen, resultierte aus dem Bedürfnis heraus, den Studierenden mehr Anwendungsbezug zu ermöglichen sowie die eigene Begeisterung für das Fach weiterzugeben. Dabei stand neben der Einbindung von (Alltags-) Kontexten, das Verständnis der Studierenden für die Sachverhalte der chemischen und thermischen Verfahrenstechnik im Mittelpunkt. Das fehlende Verständnis war von der Lehrperson zuvor vor allem in mündlichen Prüfungen beobachtet worden, in denen die Studierenden Schwierigkeiten hatten, Zusammenhänge aufzuzeigen und Ergebnisse zu interpretieren.

In der Folge wurde ein gemeinsamer Antrag des ICTV mit dem Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften (IFdN) der TU Braunschweig auf Studienbeitragsmittel gestellt. Im Rahmen des bewilligten Projektes wurden für insgesamt vier Jahre²⁷, zwei halbe wissenschaftliche Mitarbeiterstellen finanziert. Eine halbe Stelle war dem ICTV zugeordnet, die andere halbe dem IFdN. Im Rahmen des Projektes arbeiteten die beiden wissenschaftlichen Mitarbeiter bzw. Mitarbeiterinnen das Konzept in Abstimmung mit den beiden Lehrstuhlinhabern des ICTV und des IFdN (Abt. Physikdidaktik) aus. Des Weiteren bestanden ihre Aufgaben in der Planung und Organisation des *Inversen Moduls* sowie der Erstellung von Lehr-/Lernmaterialien und der Betreuung und Begleitung der Studierenden. Die im Rahmen des Projektes gesammelten Erfahrungen sind zwar fachspezifisch, lassen sich aber durchaus auf andere Veranstaltungen der ingenieurwissenschaftlichen Lehre übertragen.

Die Konzeptionierung und die ergriffenen Maßnahmen, z. B. die Gestaltung der Lernumgebung des *Inversen Moduls* werden in diesem Kapitel ausführlicher erläutert sowie die eingesetzten Methoden beschrieben.

²⁶ Die Vorlesung fand in den beiden Projektsemestern in der gleichen Art und Weise wie in den Jahren zuvor statt, die Themen wurden anhand des Skriptes vom Lehrenden dargestellt, es wurden keinerlei aktivierende Methoden eingesetzt. Angegliedert an die Vorlesung fand eine große Übung statt, in der ein wissenschaftlicher Mitarbeiter bzw. eine wissenschaftliche Mitarbeiterin die Übungsaufgaben an der Tafel vorrechnete.

²⁷ Zunächst wurde das Projekt für zwei Jahre bewilligt, nach den zwei Jahren, wurde eine Weiterförderung um wiederum zwei Jahre bewilligt.

1. Von der Idee zum Konzept

Das *Inverse Modul* wurde von 2007 bis 2011 aus Studienbeitragsmitteln finanziert und hatte das Ziel, die Lehre in der Veranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* zu verändern.

In Kooperation des ICTV mit dem IFdN, Abteilung Physikdidaktik, entstand ein kontextorientiertes, selbstgesteuertes Studienmodul für Studierende des Maschinenbaus.

Ziel des Antrages war die Umsetzung der Ergebnisse der Lehr- und Lernforschung in eine Veranstaltung des ingenieurwissenschaftlichen Studiums. Dabei hatten das selbstgesteuerte Arbeiten der Studierenden und die konsequente Kontextorientierung bei allen Themen und Aufgaben einen hohen Stellenwert. Die Anregung des Interesses und das Wecken von Neugier sowie deren Erhaltung über das gesamte Semester spielten in der Konzeptionierung und Umsetzung eine zentrale Rolle. Ziel war es, an den Erfahrungen der Studierenden anzusetzen, ihre Vorkenntnisse einzubinden und an ihren Interessen anzuknüpfen. Bei der Entwicklung des Konzeptes des *Inversen Moduls* wurden verschiedene Ideen, wie die Kontextorientierung, der Bezug zur späteren Berufswelt oder die Schulung überfachlicher Kompetenzen konsequent verfolgt und „Schwächen“ der Vorlesung aufgegriffen. Neben der Erarbeitung des Stoffes lernten die Studierenden des *Inversen Moduls* auch zu präsentieren, ihre Teamfähigkeit zu erweitern, Lernstrategien sinnvoll einzusetzen und anderen ihre Kenntnisse zu erläutern.

Im Gegensatz zu der Vorlesung lag der Schwerpunkt des *Inversen Moduls* auf der aktiven Beteiligung der Studierenden während des gesamten Semesters. Die Studierenden sind so nicht mehr vor allem mit dem Mitschreiben während der Vorlesung beschäftigt, sondern das Mitdenken, Mitarbeiten und Nachfragen gestalten das *Inverse Modul*.

In Vorlesungen sind verschiedene Zugänge zu Inhalten nur sehr bedingt möglich. Auf die Anforderungen und Belange der Studierenden kann nur unzureichend eingegangen werden. Im *Inversen Modul* konnte die Lehre so aufgebaut werden, dass unterschiedliche Zugänge zu den Inhalten möglich waren und die Potentiale der Gruppe gewinnbringend genutzt werden konnten. Phasen der Einzelarbeit wechselten im *Inversen Modul* mit Impulsreferaten und Gruppenarbeiten, um bei den Studierenden möglichst unterschiedliche Ressourcen anzusprechen und eine Vertiefung, Vernetzung und vielfältige Abrufbarkeit des Wissens zu erreichen.

Im *Inversen Modul* wurde ein Fokus auf den *shift from teaching to learning* gelegt. Die Hauptaktivität lag bei den Studierenden, die hauptverantwortliche Lehrperson fungierte als Lernberater und gab die Struktur vor. Dabei arbeitete er eng mit einem wissenschaftli-

chen Mitarbeiter zusammen, dessen Rolle ähnlich gelagert war. So fand die Übung, in der Berechnungen zu Inhalten der Veranstaltung durchgeführt wurden, integriert in die Veranstaltungszeit statt. Die Aufgaben wurden an die Inhalte und Kontexte angeknüpft und dienten der Vertiefung und der methodischen Umsetzung der Themen. Sie wurden nicht am Ende der Vorlesung in einer Übung durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter vorge-rechnet, der oftmals gegen das Desinteresse der Studierenden „anarbeiten“ musste.

Die Lernziele des *Inversen Moduls* lassen sich wie folgt operationalisieren:

- Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik Verdampfen/Destillieren, Rektifikation, Kristallisation, Absorption angeben können.
- Die Grundlagen nutzen, um Anlagen auslegen zu können.
- Die Anlagen überprüfen und beurteilen können.
- Grundlegende Präsentationstechniken beherrschen und anwenden können.
- Themengebiete für andere verständlich aufbereiten können.
- Grundlegende Methoden der Verfahrenstechnik anwenden können.
- Im Team zusammenarbeiten und bei Schwierigkeiten steuern können.
- Die gängige Fachliteratur zum Thema kennen und nutzen können.

Wie diese Ziele umgesetzt wurden wird über die nächsten beiden Kapitel „Durchführung und Struktur“ sowie „Methodeneinsatz im Inversen Modul“ verdeutlicht.

2. Durchführung und Struktur

Folgend soll die Struktur des Modellprojektes erläutert werden. Die konzeptionellen Maßnahmen des *Inversen Moduls* sind in der Gegenüberstellung der Vorlesung (+ Übung) und des *Inversen Moduls* in Tabelle 1 abgebildet.

	<i>Inverses Modul</i>	Vorlesung
Ausrichtung	Studierendenzentriert	Lehrendenzentriert
Zeitaufwand	3 SWS + Vor- und Nachbereitung	3 SWS
Übung	In Veranstaltungszeit integriert	Nach der Vorlesung
Beziehungsgestaltung	Beziehungsaufbau und ständige Interaktion zwischen Studierenden und der Lehrperson	Geringe Interaktion/Beziehung zw. Studierenden und der Lehrperson
Aktivität des Lehrenden	Max. 30-minütige Vorträge durch den Lehrenden	90-minütige Vorträge durch den Lehrenden + 45-minütige Vorträge durch den/die Übungsleiter/-in
Aktivität der Studierenden	Mindestens eine Aktivierung pro Termin	Abschreiben des Tafelanschriebs (auch in der Übung)
Besonderheit	Kontextorientierung und Förderung der Selbstlernkompetenz bei den Studierenden	
Lernzeitpunkt	Lernen während des gesamten Semesterverlaufs	Lernen direkt vor der Prüfung
Wiederholung:	Englische Wiederholung zu Beginn jedes Veranstaltungstermins durch die Studierenden	Englische Wiederholung zu Beginn jedes Veranstaltungstermins durch die Lehrperson
Prüfung	Am Ende des Semesters	Am Ende des Semesters

Tabelle 1: Gegenüberstellung *Inverses Modul* und Vorlesung

Generell wurde zu Beginn der Planung jeder Veranstaltung identifiziert, welche Verständnisschwierigkeiten die Studierenden in der Regel haben. Diese zeigten sich u. a. in der

Beantwortung von Prüfungsfragen. Die Schwierigkeiten wurden gezielt aufgegriffen und mit aktivierenden Methoden wurde versucht, diesen intuitiven Konzepte und Verständnis-schwierigkeiten entgegen zu wirken.

Jedes Oberthema des *Inversen Moduls* wurde eingebettet in ein Problem oder einen Sachverhalt, das Bezug zur Lebenswirklichkeit oder zur Praxis des späteren Berufsfeldes hat. Die Studierenden hatten so die Möglichkeit, sich **kontextorientiert** dem theoretischen Inhalt zu nähern²⁸. Das Thema „Destillation und Verdampfung“ wurde beispielsweise über die Destillation von Branntwein eingeführt und das Thema „Absorption“ anhand von Mineralwasser verdeutlicht. Während der Erarbeitung des Themenkomplexes wurde immer wieder auf den einführenden Kontext Bezug genommen, um so eine Verknüpfung des Wissens zu fördern. In der Vorlesung wurden keine Kontexte verwendet.

Der Lehrende hielt im *Inversen Modul* maximal halbstündige Impulsreferate, um entweder ein Thema einzuleiten oder zusammenzufassen. Die weitere Erarbeitung der Inhalte oblag den Studierenden. Hierfür wurden **Methoden** wie die Expertenrunde oder das Stationenlernen genutzt. Pro Termin wurde mindestens eine aktivierende Methode eingesetzt.

Die Lehre wurde so organisiert, dass metakognitive und kognitive **Lernstrategien** gefördert wurden. Die Studierenden erhielten zum einen die Gelegenheit zu überprüfen, was sie gelernt haben, in dem sie sich regelmäßig mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen und/oder der Lehrperson austauschten (z. B. Murmelgruppe) zum anderen wurde das Verständnis und die Zusammenhänge durch den Einsatz verschiedener Methoden (z. B. Gruppenpuzzle) gefördert (→ Kapitel IV:3. Methodeneinsatz im Inversen Modul).

Als eine der ersten ergriffenen Maßnahmen wurde die Veranstaltung aus dem Hörsaal in einen Seminarraum verlegt. Dieser fasst maximal 30 Studierende und gestattet eine flexible Raumgestaltung. So war die Umsetzung verschiedener Lern- und Arbeitsformen leichter gestaltbar als dies im Hörsaal der Fall gewesen wäre²⁹.

Jede Lehrveranstaltung des *Inversen Moduls* wurde anhand von **Learning Outcomes** (→ Kapitel II:6.4 Lernziele) strukturiert, die den Studierenden am Anfang und Ende jeder Sitzung präsentiert wurden, um Transparenz und Überprüfbarkeit zu erreichen. Die Lernziele

²⁸ Die Studierenden bearbeiteten ein semesterbegleitendes Projekt in Kleingruppen, welches sie selbstgesteuert ausarbeiteten und dadurch verschiedene Kompetenzen auf- und ausbauen konnten (→ Kapitel IV:3.5 Projekt).

²⁹ Viele der in dieser Arbeit beschriebenen Maßnahmen wären auch mit einer größeren Gruppe von Teilnehmenden möglich. Die meisten Methoden eignen sich allerdings nur für Gruppengrößen von 30 - 40 Teilnehmenden.

ermöglichten außerdem, die effektive Vorbereitung auf die Prüfung, da die Studierenden dadurch eine Strukturierungshilfe bekamen. Beispielhaft lauteten die Lernziele der kontinuierlichen Rektifikation:

1. Den Einfluss des Zulaufzustandes beschreiben (Kenntnis-Ebene).
2. Den Einfluss stofflicher, betrieblicher & apparativer Parameter erörtern (Verständnis-Ebene).
3. Den optimalen Feed-Zulaufort durch die Bestimmung von Einflussgrößen begründet darstellen (Verständnis-Ebene).
4. Eine fluiddynamische Dimensionierung mittels der erlernten Techniken vornehmen (Anwendungs-Ebene).
5. Die theoretische Bodenzahl nach Fenske-Underwood berechnen (Anwendungs-Ebene).
6. Die vollständige und partielle Kondensation unter Berücksichtigung der speziellen Effekte überprüfen (Analyse-Ebene).
7. Mehrstoffgemische mit verschiedenen thermischen Trennverfahren zerlegen und analysieren (Analyse-Ebene).
8. Die Verstärkungs- und Abtriebssäule durch die Bestimmung der Schnittpunkte und des Feed-Zulaufes auslegen (Synthese-Ebene).

Durch die ergriffenen Maßnahmen im *Inversen Modul* konnte die **Kommunikations-, Frage- und Gesprächskultur** intensiviert werden, was ein Ziel des *Inversen Moduls* war. Bereits in der ersten gemeinsamen Veranstaltung erhielten alle Studierenden ein Namensschild, so dass sie mit Namen angesprochen werden konnten. Der Lehrende aktivierte die Studierenden auch während der Impulsvorträge über Fragen. Daneben wurden spezielle Methoden eingesetzt, die das Fragenstellen durch die Teilnehmenden üben sollten und es wurden Lernsituationen geschaffen, in denen die Studierenden ansprechbare und informierende „Expertinnen“ oder „Experten“ für ein Teilgebiet wurden.

Die verbesserte Kultur zeigte sich u. a. daran, dass die Studierenden während der Veranstaltung dann auch vermehrt Fragen stellten und daran, dass sie den begleitenden wissenschaftlichen Mitarbeiter während des gesamten Semesters als Ansprechpartner wahrnahmen und ihn bei fachlichen Fragen und Problemen in der Teamarbeit zu Rate zogen. Im Gegensatz dazu fragten die Studierenden der Vorlesung den wissenschaftlichen Mitarbeiter bzw. die wissenschaftliche Mitarbeiterin erst kurz vor der Prüfung bei fachlichen Schwierigkeiten.

Ein **typischer Veranstaltungstermin** (nicht in absoluter Reihenfolge) im *Inversen Modul* bestand aus:

- Der Vorstellung der Learning-Outcomes und des Ablaufs der Sitzung,
- Der englischen Wiederholung der Inhalte aus der letzten Veranstaltung durch ein oder zwei Studierende,
- Der Besprechung der Hausaufgaben, wobei hier nicht ausschließlich Ergebnisse abgefragt wurden, sondern die Studierenden erklärten, wie sie die Aufgaben gelöst haben³⁰,
- Einer kontextorientierten Einführung in ein Themengebiet bzw. dem Rückgriff auf den Kontext zu dem Themengebiet, wenn sich dieses über mehrere Veranstaltungstermine erstreckt,
- Einem oder mehreren Impulsreferaten durch den Lehrenden,
- Der selbständigen Vertiefung und Präsentation durch die Studierenden.

Alle Inhalte und Themen wurden sowohl im *Inversen Modul* als auch in der Vorlesung behandelt. Dies war deshalb entscheidend, da die Prüfung am Ende des *Inversen Moduls* und der Vorlesung gleich war. Lediglich die Form der Er- und Bearbeitung unterschied sich. Während die Vorlesung ausschließlich lehrendenzentriert ablief, wurden die Themen im *Inversen Modul* wie beschrieben erarbeitet.

Die erste Sitzung der *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* diente zum einen der Einteilung in die Gruppen Vorlesung und *Inverses Modul* (→ Kapitel V:2. Erhebung und Akquise), zum anderen der Wiederholung der Grundlagen mittels eines Grundlagenmemorys (→ Kapitel IV:3.12 Grundlagenmemory). Zum Abschluss wurde der erste Fragebogen ausgeteilt (→ Kapitel XI:3.1 Messzeitpunkt T1), in dem das Wissen, die Lernstrategien und die Selbstwirksamkeitserwartung sowie demographische Daten erhoben werden. Die Ziele der ersten Sitzung waren:

- Organisation des Semesters und der Prüfungsmodalitäten erfahren,
- Wiederholen der Vorkenntnisse und Grundlagen in der thermischen Verfahrenstechnik mittels Grundlagenmemory,
- Ausfüllen des ersten Fragebogens.

³⁰ Es hat sich in einigen Studien gezeigt, dass Hausaufgaben sinnvolle Ergänzungen zur Präsenzphase sind. Allerdings nur, wenn einige Aspekte berücksichtigt werden, so z. B. die Besprechung der Hausaufgabe. Die Art der Hausaufgabe sollte nicht ausschließlich nachbereitenden Charakter haben, sondern auch gerne der Vorbereitung auf die nächste Veranstaltung dienen. Hausaufgaben sollten nicht zu umfangreich sein, da sie sonst leistungsschwächere Studierende abschrecken (vgl. Trautwein et al. 2001; Lipowsky, 2004)

Folgend werden nun Methoden vorgestellt, die im *Inversen Modul* eingesetzt worden sind. Diese werden abstrakt beschrieben, um eine leichtere Übertragbarkeit auf andere Veranstaltungen zu ermöglichen, teilweise werden sie aber auch in der konkreten Umsetzung im *Inversen Modul* dargestellt, um einen besseren Einblick in die Arbeits- und Vorgehensweisen des *Inversen Moduls* zu ermöglichen.

3. Methodeneinsatz im Inversen Modul

In diesem Abschnitt werden einige Methoden für die Erarbeitung von Inhalten und den Erwerb von Kompetenzen dargestellt. Dabei sind lediglich solche Methoden aufgenommen, die auch im *Inversen Modul* Anwendung fanden.

Unter Methoden werden nicht nur solche Arbeitsweisen verstanden, die sich direkt auf die Erarbeitung und Verarbeitung von Inhalten beziehen, wie z. B. das Gruppenpuzzle, sondern auch Lehr-/Lernhandlungen, die der Motivationsförderung, der Stärkung der persönlichen Kompetenz oder dem Ausbau von Lern- und Arbeitstechniken dienen. Eine Methode ist demzufolge eine ganzheitliche Handlungssituation, in der Lehrende und Lernende und deren Verhaltensweisen integriert sind (vgl. Baumgartner 2011, S. 81). Lehrende versuchen mit einer Methode Handlungsmuster anzustoßen, die lernförderlich sind (vgl. Baumgartner 2011, S. 82).

Die folgenden Ausführungen orientieren sich an den Taxonomien zur Unterrichtsgestaltung von Baumgartner (2011). Die Taxonomie versucht, den Möglichkeitsraum für die Gestaltung von Lehr-/Lernszenarien zu öffnen. Dadurch wird ein Ordnungs- und Gliederungssystem geschaffen, die Anwendungsvielfalt soll durch die Taxonomie erhöht werden.

Dabei werden die drei Rekonstruktionsbereiche (→ Tabelle 2) (Fach-) Didaktisches Ensemble (C), Didaktisches Szenario (B) und Didaktische Interaktion (A) im Mittelpunkt stehen, denn auf diese Bereiche bezieht sich die Gestaltung des *Inversen Moduls* (vgl. Baumgartner 2011, S. 58).

#	Rekonstruktionsbereich	Beispiel
E	Curriculum (Programm, Lehrgang)	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterbildung Masterlehrgang „eEducation“ für Personen in einem Lehrberuf
D	Modul (Curricularer Block)	<ul style="list-style-type: none"> • Modul „Didaktisches Design“ (6 ECTS)
C	(Fach-) Didaktisches Ensemble (Inhaltlicher Block)	<ul style="list-style-type: none"> • Orientierungsblock für Didaktisches Design <ul style="list-style-type: none"> ✓ Struktur der Lehrveranstaltung ✓ Begriffsbestimmung ✓ Prüfungsmodalitäten
B	Didaktisches Szenario (Lehr-/Lernsituation)	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenpuzzle • Kugellager-Methode • Disputation
A	Didaktische Interaktion (Handlung)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulierung von Fragen zur Lernkontrolle • Visualisierung eines Begriffs • Feedback zu einer Prüfung

Tabelle 2: Didaktische Rekonstruktionsbereiche nach Baumgartner (2011), S. 58

Fachdidaktische Blöcke werden nach Baumgartner verstanden als thematische Einheiten mit einem spezifischen inhaltlichen Ziel (vgl. Baumgartner 2011, S. 61). Sie setzen sich aus mehreren **didaktischen Szenarien** zusammen, welche wiederum definiert sind als Gestaltung einer Lernsituation. Dabei wird nicht nur der Ablauf der Handlung geplant, sondern auch ein Inventar der Umgebung aufgestellt (vgl. ebd.). Didaktische Szenarien können inhaltlich neutral³¹ gehalten werden, wenn sie den typischen Ablauf und die Ausstattung beschreiben, dadurch wird eine Übertragbarkeit auf verschiedene fachliche Inhalte ermöglicht (vgl. Baumgartner 2011, S. 63). Das didaktische Szenario erfüllt eine Brückenfunktion zwischen dem didaktischen Block und der didaktischen Interaktion (vgl. ebd.).

Didaktische Interaktionen als niedrigste Ebene der didaktischen Rekonstruktionsbereiche sind in kleinen Zeiteinheiten gemessene Handlungseinheiten, es handelt sich um kurzzeitige didaktische Interaktionen (vgl. Baumgartner 2011, S. 64).

³¹ Neutral meint dabei nach Baumgartner nicht, dass es keine inhaltlichen Lernziele gibt, diese werden allerdings nicht im Szenario generiert, sondern auf den höheren Ebenen, wie dem fachdidaktischen Block, erarbeitet (vgl. Baumgartner 2011, S. 63).

Zusätzlich zu den Rekonstruktionsbereichen bzw. Handlungsebenen werden in der Taxonomie die Ebenen der **didaktischen Beschreibung** betrachtet (→ Tabelle 3).

Die **Kategorie** ist die Vorstellung, welche Begriffe für die Didaktik für essentiell und wichtig gehalten werden (vgl. Baumgartner 2011, S. Innenumschlag).

Die **Dimension** analysiert das Zusammenspiel didaktischer Kategorien (vgl. ebd.).

Das **Prinzip** ist die Beschreibung einer Maxime für die Handlungsorientierung mit einem argumentierenden didaktischen Mehrwert, es legt die didaktische „Marschrichtung“ fest (vgl. ebd.). Die Prinzipien sind eine Ausrichtung, die derart beschrieben werden, dass ein Adjektiv + Lernen vorkommt, z. B. selbstbestimmtes Lernen.

Das **Modell** beschreibt wiederum die Darstellung der Umsetzung didaktischer Dimensionen (vgl. ebd.). Modelle sind dabei eher Handlungsstrukturen, die allgemein sind.

Ein **Muster** ist die Beschreibung der Konfiguration der Kategorien auf dem Hintergrund detaillierter Kontextbedingungen (vgl. ebd.). Sie beschreiben Prozesse, so dass sie wiederholt anwendbar sind. Musterbeschreibungen haben sich bewährt und können als gutes Beispiel verstanden werden.

Abschließend meint die **Praxisbeschreibung** detailreiche aber unstrukturierte Berichte, die meistens chronologisch aufgebaut sind (vgl. ebd.).

Von den Kategorien zu den Praxisbeschreibungen werden die Beschreibungsebenen des Modells immer konkreter auf eine Lehr-/Lernsituation bezogen.

Aus den Handlungsebenen und der Beschreibungsebene ergibt sich die Taxonomie der didaktischen Gestaltung, die in der Tabelle 3 dargestellt ist. Für die Darstellung der Methoden des *Inversen Moduls* wird der Bereich A, B, C, 2a, 2b³² fokussiert. Das heißt, die Methoden werden im Bereich der Modelle beschrieben und als Muster konkretisiert. Teilweise sind dabei Rückgriffe auf die Ebene der Praxisbeschreibung nötig bzw. die Ausweitung auf das dahinterstehende didaktische Prinzip³³.

³² In der Tabelle dunkelblau markiert.

³³ In der Tabelle hellblau markiert.

#	Handlungsebenen der Didaktik	Ebene der didaktischen Beschreibung					
		Praxisbe- schreibun- gen	Methoden		Prinzipien	Dimen- sionen	Kategorien
			Muster	Modelle			
		1	2a	2b	3	4	5
E	Curriculum Pro- gramm						
D	Curric. Block Mo- dul						
C	Inhalt. Block En- semble		Methoden des <i>Inver- sen Moduls</i>				
B	Lehr-/Lern- situation Szenario						
A	Interaktion Hand- lung						

Tabelle 3: Taxonomie der didaktischen Gestaltung nach Baumgartner (2011), S. 115

Zum besseren Verständnis wird nun zunächst die Einteilung der Methoden in die Modellfamilien dargestellt. Die Einteilung der Methoden nach den didaktischen Modellfamilien wird in der Darstellung der Methoden in dieser Arbeit übernommen, um eine Übertragbarkeit des Vorgehens im *Inversen Modul* auf ähnlich gelagerte Lehrveranstaltungen zu ermöglichen. Baumgartner unterscheidet 18 Modellfamilien von denen im *Inversen Modul* die folgenden Anwendung fanden:

1. Anschauung: Lernende eignen sich durch die Anschauung von Objekten Wissen an (Begehung, Betrachtung, Führung, Parcours, ...) (vgl. Baumgartner 2011, S. 327).
2. Argumentation: Lernende erweitern ihre Fähigkeiten, inhaltliche Positionen zu begründen, indem sie fremde Ansichten auf ihre Konsistenz hin analysieren und den eigenen Standpunkt begründet belegen (Dialog, Diskurs, Selbstgespräch, Stellungnahme, ...) (vgl. ebd.).
3. Aufgabe: Mit Hilfe von Betreuung und Begleitung lösen die Lernenden eine spezifische Anforderung und vergleichen ihr Resultat mit einer Musterlösung (Antwort-, Entdeckungs-, Ordnungs-, Unterscheidungsaufgabe, ...) (vgl. ebd.).
4. Beispiel: Lernende werden mit konkreten, meist vereinfacht dargestellten Sachverhalten konfrontiert, um ihr Verständnis für einen komplexeren Sachverhalt zu wecken (Übungs-, Gegenbeispiel, Illustration, ...) (vgl. ebd.).

5. Fall: Anhand rekonstruierter Fälle erarbeiten sich Lernende Wissen, um sich die entsprechende Praxis anzueignen und ihre Urteils- und Entscheidungsfähigkeit abzubilden (Beurteilungs-, Entscheidungs-, Geschäfts-, Informationsfall, ...) (vgl. ebd.).
6. Frontalvermittlung: Durch die Lehrperson werden Aktivitäten initiiert und gesteuert, die die Lernenden sich als Gruppe aneignen (Erörterung, Lehrdarbietung, Lehrdarstellung, Lehrgespräch, ...) (vgl. Baumgartner 2011, S. 328).
7. Leitmedium: Im Lernprozess eignen sich Lernende hauptsächlich durch das verwendete Medium Wissen, Fertigkeiten oder Kompetenzen an (Buch, Blended-Learning, Computer, Internet, Fernsehen, Präsenz, ...) (vgl. ebd.).
8. Peer-Austausch: Austausch über Meinungen, Erfahrungen und praktische Hinweise auf Augenhöhe mit anderen Lernenden (Kolloquium, Konferenz, Netzwerk, Werkstatt, Podium, Tutorium, ...) (vgl. ebd.).
9. Personalisierung: Auf Vorüberlegungen zum Vorwissen, dem Lernstil oder individuellen Erfahrungen eignen sich Lernende Kenntnisse und Fertigkeiten an (Einzelarbeit, Selbstkonzept, Lehrschritt-Sequenz, Autodidaktik, ...) (vgl. ebd.).
10. Probehandlung: Auf der Grundlage speziell aufbereiteter Lernumgebungen eignen sich Lernende theoretisches und praktisches Wissen an (Experiment, Simulation, Spiel, Wettkampf, Nachahmung, Produktion, ...) (vgl. ebd.).
11. Verbund: Gemeinsam erwerben Lernende als Gruppe in gegenseitiger Unterstützung ihre Kenntnisse, Kompetenzen, Fähigkeiten, Wissen und/oder ihre Fertigkeiten (Kleingruppe: Arbeitsgruppe, Großgruppe: Schwarm-Community, Sozios: Partner oder Partnerin, ...) (vgl. ebd.).
12. Wiederholung: Lernende automatisieren Zusammenhänge oder Handlungen durch erneute Durchführung (Mustervergleich, Prägung, Rekapitulation, Training, Repetition, Übung, ...) (vgl. ebd.).

Die Modellfamilien werden nun mit den Mustern verknüpft, somit wird beschrieben, wie sie im *Inversen Modul* verwendet worden sind, teilweise ist dabei eine Praxisbeschreibung angebracht. Die Einteilung der eingesetzten Methoden in die Modellfamilien ist dabei nicht absolut zu setzen, sondern ergibt sich aus den hauptsächlich verfolgten Zielen der Sequenz oder des Blocks. In anderen Lehr-/Lernhandlungen kann es durchaus richtig und sinnvoll sein, die eingesetzten Methoden anderen Modellfamilien zuzuordnen.

3.1 Anschauung

Anschauendes Lernen bezieht sich nur auf das Anschauen eines Lerngegenstandes, wie das beispielsweise bei einer Ausstellung der Fall ist, es geht dabei nicht um die Handhabung des Lerngegenstandes (vgl. Baumgartner 2011, S. 308 f). Zur Modellfamilie der Anschauung gehörend die Begehung, Betrachtung, Führung, Inspektion und der Parours.

Im *Inversen Modul* wurde die Führung eingesetzt.

Institutsführung

Die Sitzung vor den Weihnachtsferien wurde im *Inversen Modul* zum einen dazu genutzt, ein Zwischenfazit zu ziehen und sich eine Rückmeldung der Studierenden einzuholen, zum anderen dazu, das Institut genauer kennen zu lernen. Hierfür wurde eine Führung durch die Versuchshallen mit den Anlagen angeboten. Die Studierenden konnten verschiedene Kolonnen, die im Forschungsbetrieb genutzt werden anschauen und sich die Forschungsfragen erklären lassen. Dabei bestand die Möglichkeit, mit den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts in die Diskussion zu treten. Für die Studierenden war dies die Gelegenheit, das theoretische Wissen, das an kleinen Modellen erarbeitet wurde, in einen größeren Zusammenhang zu bringen. Die Führung durch das Institut diente der Besichtigung mehrerer Rektifikationskolonnen, um Dimensionen abschätzen und Arbeitsweisen erfahren zu können. Die Dimensionen von Versuchsanlagen wurden dadurch praktisch erlebbar. Außerdem erhielten die Studierenden durch die Führung einen Einblick in die Forschungsarbeiten der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Identifikation der Studierenden mit dem Institut wurde dadurch unterstützt.

3.2 Argumentation

Ziel der Argumentation als Modellfamilie ist es, die Urteils- und Argumentationsfähigkeit zu trainieren, hierfür wird eine Art „Streitgespräch“ genutzt, das nach bestimmten Regeln geführt wird (vgl. Baumgartner 2011, S. 256). Zur Modellfamilie der Argumentation gehören beispielsweise Dialog, Diskurs, Selbstgespräch oder Stellungnahme. Im *Inversen Modul* wurde die Postersession als Argumentation genutzt. Da die Studierenden hier ihr Vorgehen gegenüber Anderen darstellen mussten.

Postersession

Die Methode Postersession oder auch Wandzeitung, Wandelhalle, Galerie oder Infomarkt dient der Besprechung von erarbeiteten Inhalten. Die Poster, die in einer vorausgegan-

nen Arbeitsphase erstellt worden sind, werden im Plenum vorgestellt und diskutiert (vgl. Macke et al. 2008, Methodensammlung). Dabei sollen die Poster möglichst großformatig sein und mit grafischen Elementen versehen werden.

Mit einer Postersession können Ergebnisse gesichert, für andere Arbeitsgruppen sichtbar gemacht, Themen strukturiert und diskutiert werden (vgl. ebd.). Während der Besprechung im Plenum können Poster die Diskussionsgrundlage bilden.

Durch die Methode lernen die Studierenden, zentrale Informationen darzustellen und damit Inhalte sinnvoll zu reduzieren und zu präsentieren. Zusammenhänge des Themas können durch die Studierenden erkannt werden, Teamfähigkeit und das Nachvollziehen der Arbeitsergebnisse anderer wird geschult (vgl. ebd.).

Viele wissenschaftliche Konferenzen ermöglichen das Einreichen von Postern als Gelegenheit, wissenschaftliche Erkenntnisse in der Community zu präsentieren, durch die Postersession kann dies geübt werden. Im Zusammenhang mit der Erstellung der Poster lässt sich eine Arbeitsphase einfügen, in der mit der Gruppe diskutiert wird, was ein gutes Poster ausmacht, um bei den Studierenden eine Reflexion über das wissenschaftliche Arbeiten anzuregen. Die Poster werden durch diesen Zwischenschritt in der Regel qualitativ besser.

Vorgehen: Die Studierenden erhalten Materialien zur Erarbeitung in Kleingruppen mit dem Auftrag, als Ergebnis ein Poster zu erstellen. Die Lehrperson gibt die Zeiten für die einzelnen Phasen vor bzw. vereinbart sie mit den Studierenden. Die Poster können je nach Umfang und Arbeitsauftrag entweder in der Lehrveranstaltung erarbeitet oder in der Selbstlernzeit vorbereitet werden.

Die Präsentation der Poster kann auf unterschiedliche Weise erfolgen: Es besteht die Möglichkeit, die Poster nacheinander vorstellen zu lassen oder aber eine simultane Ausstellung aufzubauen, so dass die Teilnehmenden sich gleichzeitig auf mehrere Poster verteilen³⁴. Dabei bleibt ein Gruppenmitglied am Poster, um mit den Besucherinnen und Besuchern zu diskutieren, Fragen zu beantworten und Erklärungen abzugeben (vgl. ebd.).

Die Lehrperson strukturiert bei dieser Methode den Prozess und moderiert die einzelnen Arbeitsphasen, insbesondere die Präsentationsphase. Am Ende der Postersession sollte der Ertrag zusammengefasst werden (vgl. ebd.). Außerdem bietet es sich an, die entstandenen Poster zu fotografieren und allen zur Verfügung zu stellen.

³⁴ Diese Variante hebt die Lautstärke im Raum enorm, so dass dieser groß genug sein sollte. Sie bietet allerdings die Möglichkeit, sich interessenorientiert unterschiedlich lang mit den dargestellten Inhalten zu beschäftigen. Außerdem präsentieren die Studierenden ihre Inhalte nicht dem ganzen Plenum, sondern einer Kleingruppe, was eine Erleichterung sein kann.

3.3 Aufgaben – Aufgabenbearbeitendes Lernen

Aufgabenbearbeitendes Lernen ist nach Baumgartner definiert als Mittel zum Lernzweck, was auch das wesentliche Unterscheidungsmerkmal zum Auftragsorientierten Lernen ist (vgl. Baumgartner 2011, S. 246). Das Feedback zu einer Lernaufgabe erfolgt größtenteils über eine Musterlösung (vgl. ebd.). Der Start- und Endpunkt einer Aufgabe steht dabei nicht so sehr im Fokus wie der Prozess der Bearbeitung (vgl. ebd.).

Die Aufgaben können dabei unterschiedlicher Natur sein z. B. eine Auswahlaufgabe, bei der aus verschiedenen Antwortalternativen ausgewählt werden muss oder eine Abgrenzungsaufgabe, bei der Lernende kennzeichnende Begriffe erarbeiten bzw. bearbeiten müssen (vgl. Baumgartner 2011, S. 247).

Die Gestaltung von Aufgaben kann Einfluss auf das Interesse nehmen. Wird dem Gegenstand Bedeutung beigemessen, ist dies interessensteigernd (vgl. Krapp 2002, S. 69f). Im *Inversen Modul* wurde wie bereits erwähnt verstärkt auf den Praxisbezug geachtet. Die Studierenden erhielten zahlreiche Beispiele für Anwendungen der Inhalte im Alltag und der späteren Berufspraxis. Die wahrgenommene Relevanz beeinflusst auch die Motivation (vgl. Schiefele 2003, S. 196).

Im *Inversen Modul* wurde das aufgabenbearbeitende Lernen in Form der Hausaufgaben angewendet.

Hausaufgaben

Die Hausaufgabe war im *Inversen Modul* größtenteils in Kontexte eingebunden und als Vorbereitung auf die Übungseinheit während der Präsenzphase angelegt, sie wurde von den Studierenden zu Hause bearbeitet (→ Kapitel XI:6. Beispiel Hausaufgabe).

In der darauffolgenden Sitzung wurden sie mit der Lehrperson und/oder dem wissenschaftlichen Mitarbeiter besprochen bzw. durchgearbeitet. Dabei waren die Studierenden für die Präsentation der Ergebnisse verantwortlich. Teilweise wurden die Hausaufgaben auch exemplarisch in der Präsenzphase durchgerechnet, so dass Unklarheiten beseitigt und Fragen und Probleme beantwortet werden konnten. Die Hausaufgabe hatte das Ziel, methodische Kenntnisse der thermischen Verfahrenstechnik zu erwerben sowie einschätzen zu können, inwiefern Ergebnisse realistisch sind.

Dieses Vorgehen war dem Umstand geschuldet, dass es den Studierenden schwer fallen kann, abzuschätzen, ob die berechneten Werte ihrer Aufgaben realistisch und logisch sind. Aus diesem Grund gehörte zu jeder angefertigten Berechnung die Frage, was der errechnete Wert bedeutet und ob es sich dabei um eine realistische Abschätzung handelt. Das Ziel des Vorgehens der häuslichen Erarbeitung der Aufgaben war es, den Studierenden keine fertige Lösung zu präsentieren, sondern sie dazu zu animieren, selbst zu

rechnen. Die Selbsterarbeitung der Lösungen durch die Studierenden anstelle der üblichen frontalen „Lösungsvorführung“ durch den Lehrenden, erhöhte die eingesetzte Vor- und Nachbereitungszeit und damit das begleitete Selbststudium durch die Studierenden (→ Kapitel VI:7. Hypothese 7 & 9: Eingesetzte Lernzeit). Dabei diene die Kontextorientierung der Aufgaben zur Motivation und zum Herstellen des Bezuges zur späteren beruflichen Praxis.

3.4 Beispiel

Ein Beispiel ist nach Baumgartner etwas, dass sich genauso ereignet hat, dabei werden die realen Situationen auf ihren lernrelevanten Inhalt reduziert, d. h. die Komplexität wird reduziert (vgl. Baumgartner 2011, S. 270). Beispiele weisen eine gewisse Nähe zu Fällen auf, die später in diesem Kapitel noch erörtert werden (vgl. ebd.). Zu der Modellfamilie der Beispiele gehören die Illustration, das Gegenbeispiel und das Übungsbeispiel (vgl. Baumgartner 2011, S. 271).

Im *Inversen Modul* wurde jedes Thema anhand eines Alltagsbeispiels bzw. Kontextes eingeführt.

Kontextorientierung

Die Bedeutung des Vorwissens für kognitive Leistungen ist unumstritten (vgl. Gruber 1999, S. 51). Deshalb spielte es bei der Erarbeitung von Alltagsbeispielen und Kontexten für das *Inverse Modul* eine entscheidende Rolle. Alle Themengebiete werden mittels eines Kontextes eingeführt, der entweder aus dem Alltag der Studierenden kommt oder auf die spätere berufliche Praxis verweist.

Der erste Themenkomplex **Verdampfen** wird eingeleitet über das Brennen von Alkohol mittels einer kleinen Destille. Die Studierenden stellen während der Durchführung Beobachtungen und Vermutungen an, ziehen Proben und messen. Aus den gezogenen Schlüssen fertigen sie zwei Diagramme an, die Siedelinse und das McCabe-Thiele Diagramm. Das Thema Verdampfen wird in zwei Sitzungen behandelt und bildet die Grundlage für das zentrale Thema der Veranstaltung, die Rektifikation.

Da die **Rektifikation** auf dem Prinzip des Verdampfens beruht, wurde der Kontext der Destillation weiterhin genutzt und um berufspraktische Kontexte erweitert. Beim Thema Rektifikation findet ein Teil der Sitzung an der institutsinternen Rektifikationskolonne statt. Rektifikation ist ein thermisches Trennverfahren, bei dem mittels einer Stufenkonstruktion ein Stoffgemisch getrennt wird. Dieses Verfahren ist einer der wichtigsten Inhalte der *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* und bildet die Grundlage für weitere

thermische und chemische Trennverfahren. Das Thema Rektifikation nimmt etwa ein Drittel der Veranstaltungszeit ein.

Kristallisation als der dritte große Themenbereich der thermischen Verfahrenstechnik wurde über Gelkissen mit Metallplättchen eingeführt. Die entstehende Kristallisationswärme wurde als Kontext genutzt, an dem die Kristallisation erarbeitet wurde.

Der letzte Themenkomplex die **Absorption** wurde mittels eines Trinkwassersprudlers eingeführt. Die Absorption ist eine Vermischung von Stoffen aufgrund der Affinität der Stoffe zueinander.

Alltagsbezüge sind schnell zu finden, ihre Eignung für die inhaltliche Erarbeitung von Stoffgebieten ist dabei allerdings nicht trivial (→ Kapitel II:7.2 Kontextorientierung in Lernumgebungen). Im *Inversen Modul* wurden sie in Zusammenarbeit zwischen der Physikdidaktik und dem ICTV in Besprechungen erarbeitet und im Anschluss auf ihre Tauglichkeit überprüft. Auf die Alltagsbezüge wird dann im Laufe der Veranstaltung immer wieder Bezug genommen, was den Aufbau prozeduralen Wissens unterstützt. Die Studierenden nähern sich den abstrakten Themen bildlich sowie auf der Grundlage bereits gemachter Erfahrungen (vgl. Gruber 1999, S. 70).

In Kontexte eingebettet sind im *Inversen Modul* auch die Aufgaben bzw. die Hausaufgaben.

3.5 Fall

„Wesentlich beim Fall ist es, dass er abstrahiert, d. h. die reale Situation mit ihren mannigfaltigen Details verallgemeinert. Meistens sind Fälle zumindest teilweise auch fiktiv“ (Baumgartner 2011, S. 270).

Fälle sind größtenteils komplex und praxisnah und weisen in der Definition von Baumgartner die Prinzipien des handlungsorientierten Lernens auf, die im Folgenden kurz dargestellt werden. Zur Modellfamilie des Falles gehören, z. B.: Beurteilungsfall, Entscheidungsfall, Problemfindungsfall und Untersuchungsfall (vgl. Baumgartner 2011, S. 271).

Eine Orientierung des didaktischen Settings an Handlungen bedeutet, Lernen durch eine zu vollziehende Handlung anzuregen, dabei sind konkrete und individuelle aber auch soziale Erfahrungen zu ermöglichen (vgl. Rummler 2012, S. 22). Es werden wissenschaftliche Arbeitsweisen und Grundlagen des lebenslangen Lernens angeregt (vgl. ebd.). Prinzipien des handlungsorientierten Lehrens und Lernens sind:

1. „konkrete, herausfordernde und unterschiedliche Lernsituationen

2. zielorientierte und überprüfte Lernsituationen
3. interaktive und kooperative Lernsituationen
4. aktive und reflektierende Lernsituationen
5. eigenverantwortliche Lernsituationen
6. begleitete Lernsituationen“ (Rummler 2012, S. 22f).

Projekt

Da die Arbeit an Projekten im Hochschulalltag eine gute Möglichkeit ist, verschiedene Kompetenzbereiche gleichzeitig zu trainieren, kommt dem Projekt im *Inversen Modul* eine besondere Rolle zu. Folgend werden die grundlegende Gestaltungsmerkmale eines Projektes und im Anschluss daran das Projekt des *Inversen Moduls*, dargestellt.

Der Arbeitsalltag vieler Absolventinnen und Absolventen der Ingenieurwissenschaften ist geprägt von der Arbeit in Projekten. Die Absolventinnen und Absolventen haben nach dem Abschluss ihres Studiums allerdings häufig wenige Erfahrungen in der Projektarbeit. Projekte weisen eine Vielzahl an Charakteristika auf: Sie sind zeitlich und finanziell begrenzt, versuchen innovative Lösungen für komplexe Probleme zu finden, sind oft mit interdisziplinären Teams besetzt usw.

Schon diese kurze skizzenhafte Darstellung des Aufbaus von Projekten, macht deutlich, dass die nötigen Kompetenzen für erfolgreiche Projektabschlüsse nicht allein fachlicher Natur sind. Das projektorientierte Lernen in Hochschulen regt neben der Anwendung des Faktenwissens auf der Fach- und Methodenkompetenzebene die Kooperation mit anderen Lernenden und somit die Selbst- und Sozialkompetenz an (vgl. Szczyrba 2006 S. 4).

Projektorientiertes Lernen macht das Ingenieurstudium attraktiver, schult die Problemlösekompetenz, ermöglicht den Erwerb von Schlüsselqualifikationen, erprobt eine für Ingenieurinnen und Ingenieure typische Arbeitsform und übt die Übernahme von Verantwortung (vgl. Rummler 2012, S. 28). Es versucht eine Annäherung an die Berufswelt, bei der das Projekt die Rahmenbedingungen setzt (vgl. Rummler 2012, S. 20). Die soziale Wirklichkeit wird über die Interaktion in Gruppen abgebildet (vgl. Rummler 2012, S. 21).

Für die Konstruktion von geeigneten Projektaufträgen bietet es sich an, die Lernziele und Kompetenzebenen der Veranstaltung heranzuziehen (→ Kapitel II:6. Kompetenzerwerb) (vgl. Rummler 2012, S. 33).

Im *Inversen Modul* wurde ein lineares Modell der Projektarbeit eingesetzt, d. h. die Studierenden erwerben zunächst fachliches und (fach-) methodisches Grundlagenwissen und bearbeiten im Anschluss weitestgehend selbständig ein Projekt (vgl. Rummler 2012, S. 37).

Die Studierenden erarbeiten in der Projektarbeit selbstorganisiert, teilweise selbständig, die Lösung für einen Fall. Sie stimmen sich in einer Gruppe ab, übernehmen wechselseitig Aufgaben und werden von Lehrenden beraten. Die Aufgaben im projektorientierten Lernen sind meist authentisch an reale Projekte angelehnt (vgl. Rummler 2012, S. 19).

Die Kritik am projektorientierten Lernen bezieht sich auf unterschiedliche Facetten der Erarbeitungsphase. So wird die Verbindlichkeit angezweifelt, das Arbeitsverhalten kritisiert und die Kommunikationsfähigkeit bemängelt (vgl. Rummler 2012, S. 41). Während der Projektbearbeitungsphase kann es dazu kommen, dass einzelne Studierende nicht immer anwesend sind, Absprachen nicht eingehalten werden oder die Zusammenarbeit nicht ausreichend wahrgenommen wird, die Selbstlernfähigkeit der Studierenden nicht ausreicht, um genügend Wissen aufzubauen, das Zeitmanagement ungenügend ist und die gemeinsame Arbeit unzureichend reflektiert wird (vgl. ebd.). Außerdem bemängeln Studierende die hohe zeitliche Belastung, wenn sie semesterbegleitend ein Projekt bearbeiten müssen (vgl. Rummler 2012, S. 42).

Die Studierenden evaluieren den Kompetenzzuwachs und die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten in Projekten zwar durchaus positiv, stellen aber aufgrund ihrer Erfahrungen, die Zusammenarbeit im Team, die Themenstellung und die Arbeitsweise im Projekt in Frage (vgl. ebd.). Dennoch empfinden sie das Arbeiten in Projekten als motivierend, die „Qualität der Lehre wird im Ganzen gesteigert“ (ebd.).

Das projektorientierte Lernen erfordert einen höheren Einsatz an Ressourcen wie Personal, Räume etc. (vgl. Rummler 2012, S. 45).

Ein Projekt im linearen Modell wird von den Lehrenden als Aufgabe an eine Gruppe von Studierenden ausgegeben. Zusätzlich zur Aufgabe bekommen sie einen Zeitraum, in dem das Projekt bearbeitet werden soll und die Idee, wie das Projekt präsentiert werden sollte. Im Anschluss erarbeiten die Studierenden einen Zeitplan, verteilen Aufgabenpakete und legen Meilensteine fest (vgl. ebd.).

Während der Bearbeitung steht die Lehrperson als Ansprechpartnerin bzw. Ansprechpartner zur Verfügung und unterstützt bei Problemen. Ggf. werden Stunden eingeplant, in denen die Studierenden generelle Informationen zum Arbeiten im Team oder dem Projektmanagement erhalten. Zum vorher festgelegten Zeitpunkt werden die Ergebnisse der Projektarbeitsphase präsentiert.

Semesterbegleitendes Projekt

Das Projekt im *Inversen Modul* wurde in etwa nach der Hälfte der Sitzungen ausgegeben und von den Studierenden in Gruppen bearbeitet. Es weist sowohl einen Praxisbezug als

auch die Anwendung der erlernten Inhalte auf eine neue Aufgabenstellung auf. Die Studierenden üben u. a. die Berechnung und Auslegung einer verfahrenstechnischen Anlage. Das Übungsprojekt sollte dabei die Motivation für das begleitete Selbststudium erhöhen, da es einen hohen Praxisanteil hatte (vgl. Brinker & Schumacher 2014, S. 108). Das Projekt diente der Vertiefung, Vernetzung und Anwendung des Wissens zum Thema Bioethanol, welches am Ende des Semesters mittels einer Präsentation vorgestellt werden sollte. Dabei wurde auch darauf Wert gelegt, eine Ähnlichkeit zu einer späteren beruflichen Präsentation herzustellen. Die Studierenden mussten eine Anlage so auslegen, dass alle Umweltfaktoren berücksichtigt wurden und der Transfer von der Theorie in die Praxis geschaffen wurde.

Ziele der Projektarbeit waren neben der Schulung der Präsentations- und Teamfähigkeit sowie der Problemlösekompetenz vor allem die vertiefende Auseinandersetzung mit dem Stoffgebiet Rektifikation und Verdampfen. Die selbständige Auseinandersetzung deckte dabei Verständnislücken auf, die dann in Gesprächen mit dem Wissenschaftlichen Mitarbeiter geschlossen werden konnten. Die **Aufgabe** der Studierenden war es, als zukünftige Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter eines Ingenieurbüros einen Teil einer Anlage zur Herstellung von Bioethanol auszulegen (→ Kapitel XI:5. Projektaufgabe Bioethanolaufreinigung).

Im Sinne des projektorientierten Lernens arbeiteten die Studierenden über acht Wochen hinweg selbständig und eigenverantwortlich an einer gestellten Aufgabe. Dabei wurde themenübergreifendes Wissen anhand eines praxisrelevanten Themas erarbeitet und vor allem vertieft. Neben den fachlichen Inhalten wurde damit auch die kooperative Kompetenz der Lernenden gefördert (vgl. Apel und Knoll 2001, S. 104f).

Vorgehen: In dem gestellten Projekt erarbeiteten die Studierenden außerhalb der Präsenzzeit eine Präsentation mit der sie einen Auftraggeber davon überzeugen sollten, ihnen den Zuschlag für eine Anlage zur Aufbereitung von Biodiesel zu geben. Sie konnten dazu regelmäßig auch den Seminarraum und den PC-Pool nutzen. Der wissenschaftliche Mitarbeiter stand als Ansprechpartner zur Verfügung. Die Studierenden haben dabei Berechnungen durchgeführt und modelliert, recherchiert und Informationen zusammengeführt.

Die Studierenden nahmen das Projekt gut an: Ihre Ingenieurbüros bekamen Namen, sie recherchierten, was verschiedene Materialien, Einbauten etc. kosten, berechneten und konstruierten und bereiteten aufwendige Präsentationen vor. Zum Abschluss des Semesters, in der letzten Sitzung, präsentierten sie ihre Ergebnisse und bekamen sowohl eine fachliche Rückmeldung als auch ein Feedback zu ihren Präsentationsfähigkeiten. Die Studierenden bearbeiteten Teile des Projektes in Räumlichkeiten des Instituts, in denen

der begleitende wissenschaftliche Mitarbeiter häufiger anwesend war. Das ermöglichte es, fachliche Rückmeldungen bereits während der Bearbeitung zu geben und so den Lernprozess aktiv zu unterstützen (→ Kapitel III:2.2 Feedback).

Die Studierenden haben rückgemeldet, dass ihnen die Arbeit am Projekt Spaß gemacht hat und sie die fachlichen Anforderungen als angemessen einschätzten. Als Belastung empfanden sie allerdings den zeitlichen Aufwand und den Zeitpunkt der Präsentation. Diese Rückmeldung deckt sich mit den in der Literatur zu findenden Rückmeldungen, die bereits oben erwähnt wurden. Zum Ende des Semesters waren sie bereits mit der Vorbereitung auf die Klausuren beschäftigt. Auch die Tatsache, dass die Präsentation keinen Einfluss auf die Prüfung o. ä. hatte, empfanden die Studierenden als unangemessen. Andere Prüfungsformen, die eine Integration der Präsentationen ermöglichten, waren allerdings aus Gründen der Gleichbehandlung der Studierenden des *Inversen Moduls* und der Vorlesung nicht möglich.

3.6 Frontalvermittlung

Frontalvermittlung ist nach Baumgartner definiert als lehrgesteuerte Aktivität, die von der Front des Raumes ausgeht (vgl. Baumgartner 2011, S. 290). Dabei bleibt die Aktivität nicht auf einen reinen Vortrag beschränkt, sondern schließt alle Aktivitäten, die lehrgesteuert sind ein (vgl. ebd.). Zu dieser Modellfamilie gehört beispielsweise die Erörterung, die Lehraktivität, die Lehrdarstellung, das Lehrgespräch oder der Lehrvortrag, aber auch die Stillarbeit (vgl. Baumgartner 2011, S. 291).

Für das *Inverse Modul* wurden die Aktivitäten Impulsvortrag als Form der Erörterung, der Lehrdarbietung, der Lehrdarstellung und des Lehrvortrags sowie das Fragen in verschiedenen Ausprägungen als Form des Lehrgespräches angewendet.

Impulsvortrag

Die Impulsvorträge im *Inversen Modul* waren kurze Vorträge (ca. 20 – 30 Min) zu einem bestimmten Themengebiet mit variablem Zeitpunkt. Entweder zu Beginn, um grundlegende Informationen zu einem Thema darzustellen oder in der Mitte, um die Ergebnisse einer vorangegangenen Arbeitsphase weiter auszuarbeiten oder am Ende, um zusammenfassend einen Impuls zur Weiterarbeit zu setzen. In jeder Sitzung gab es einen Impulsvortrag. Viele Impulsvorträge waren mit Fragen zur Aktivierung der Lernenden angereichert. Da dieser Punkt im *Inversen Modul* zentral war, wird er nachfolgend weiter ausgeführt.

Fragen lernen/Fragen stellen

Fragen sowohl von den Lehrenden als auch von den Lernenden, können als unterstützendes Instrument im Lehr-/Lernprozess verstanden werden (vgl. Neber 2006, S. 50). Fragen zu stellen gilt als eine Strategie für die Schaffung von Verständnis (vgl. Hattie 2013, S. 216).

Beleuchtet man die Fragen, die die Lehrperson den Studierenden stellen, eröffnen sich einige Aspekte, die hilfreich für den Lernprozess sind. Ein Großteil der Fragen, die Lehrende stellen, bezieht sich auf Fakten (vgl. ebd.). Faktenfragen scheinen nicht dazu geeignet, ein tieferes Verständnis zu schaffen; hierfür eignen sich offene Fragen. Faktenfragen eignen sich aber, wenn sie sich direkt auf den zu lernenden Text oder Stoff beziehen (vgl. Hattie 2013, S. 217). Verschiedene Arten von Fragen können die Verarbeitung von Inhalten befördern, so z. B. Die gerade angesprochene Sachfrage, die Denkfrage, die Ursachenfrage oder die provozierende Frage (vgl. Wendorff 2012, S. 207). Fragen, die reflektierte Antworten erfordern, können eine tiefere Verarbeitung der Inhalte befördern (vgl. Hattie 2013, S. 216). Sie regen dazu an, über den Inhalt hinaus zu denken.

Fragen haben sowohl eine steuernde als auch eine fokussierende Funktion für die Aufmerksamkeit und Informationsbearbeitung (vgl. Neber 2006, S. 50). Das Stellen von Fragen durch die Lernenden ist ein kognitiver Prozess, der „für die selbständige Zielausrichtung wissensgenerierender Aktivitäten erforderlich ist“ (ebd.). Gemeinhin werden offene und geschlossene Fragen unterschieden. Geschlossene Fragen, sind Fragen mit einem eingeschränkten Antwortspektrum, ein offener Kommunikationsaustausch ist kaum möglich (vgl. Wendorff 2012, S. 75). Mit geschlossenen Fragen lassen sich z. B. Fakten abfragen.

Unter **offenen Fragen** werden solche verstanden, die nicht mit einem Ja oder Nein beantwortet werden können, z. B. Was fällt Ihnen dazu ein? Oder wo haben Sie das schon einmal erlebt? (vgl. Knoll 1998, S. 32). Offene Fragen sind in der Regel W-Fragen, sie lassen viel Raum für unterschiedliche Antwortalternativen (vgl. Wendorff 2012, S. 76). Nach einer solchen Frage brauchen die Lernenden Zeit für das Nachdenken, für Einfälle und für Interpretationen. „Wer fragt, befindet sich schon in einem thematischen Horizont und hat sich bereits auf den Weg in Richtung „Klärung“ und „Lösung“ gemacht. Wer antworten soll oder möchte, muß erst einmal „in Gang kommen“, verstehen, entwickeln, er braucht also Zeit“ (ebd.). Das bekannte Schweigen nach einer Frage der Lehrperson, kennzeichnet nicht etwa das Fehlen ebensolcher, sondern die fehlenden Möglichkeiten sie zu entdecken und zu formulieren (vgl. Knoll 1998, S. 33).

Fragen werden in verschiedenen Situationen des Lehr-/Lernsettings eingesetzt, z. B. am Übergang von Vortrag zum Plenumsgespräch. An dieser Stelle ergibt sich für die Lernenden die Hürde, sich vor der Gruppe zu äußern. Hier kann es eine Hilfestellung für die Teilnehmenden sein, mit der Methode 'Murmelgruppe' zu intervenieren (vgl. Knoll 1998, S. 33) (→ 3.8 Murmelgruppe).

Fragen, die Lernende stellen, sind ebenfalls wichtige Einflussgrößen auf den Lernprozess und können als Teil einer tiefenorientierten Lernstrategie (→ Kapitel II:5. Lernstrategien) verstanden werden. Fragenstellen ist dabei als eine effektive Lernstrategie der Elaboration von Wissen interpretierbar (vgl. Neber 2006, S. 51; Levin & Arnold 2004, S. 296). Fragen sind in diesem Fall Teil des Wissenserwerbs und werden als **epistemische Fragen** verstanden, die zu Erkenntnissen und Wissen führen (vgl. Neber 2006, S. 51).

Niegemann & Stadler (2001) beschreiben: „Schüler können durch Fragen in gewissem Ausmaß selbst die Kontrolle über das eigene Lernen übernehmen, das eigene Verstehen sichern und fördern. Fragenstellen ist somit eine wichtige Lerntechnik“ (S. 172). Auch in der Hochschule kann das Stellen von Fragen das Verstehen sichern und fördern und die Studierenden können damit eine steuernde Funktion im Lehr-/Lerngeschehen einnehmen.

Fragenstellen in Lehrgeschehen ist durch verschiedene Determinanten beeinflusst, wie z. B. den sozialen Kontext und die empfundenen Lehrunterstützung (vgl. Neber 2006, S. 52). Das Üben des Fragenstellens ist unabdingbar für epistemische Fragen (vgl. Neber 2006, S. 53). Eine Form des Übens von Fragenstellen ist der Glückstopf.

Glückstopf

Der Glückstopf ist eine Methode, die Inhalte begrifflich festigt, vertieft, wiederholt oder strukturiert und bei der die Studierenden lernen, Fragen zu stellen (vgl. Macke et al. 2008, Methodensammlung). Dabei werden sowohl Kategorien gebildet und Sachgebiete miteinander verknüpft, als auch Missverständnisse und Verständnislücken aufgearbeitet. Die Methode ermöglicht das Überprüfen von Lernergebnissen und die Rückmeldung zum Lernfortschritt. Dabei trainiert sie die sozialen und personalen Kompetenzen des freien Redens, des aufmerksamen Zuhörens, des Eingehens auf den Vorredenden und die Teamfähigkeit (vgl. ebd.).

Vorgehen: Die Gruppe wird in Kleingruppen eingeteilt. Zunächst werden Begriffe oder Fragen zu einem Themengebiet in der Kleingruppe auf Karten notiert. Die so entstandene

Sammlung wird verdeckt an eine andere Kleingruppe weitergegeben. Aus dem Stapel werden nun von jedem Studierenden Karten gezogen und vom jeweiligen Studierenden erläutert. Die Gruppenmitglieder können im Anschluss an die Vorstellung Fragen stellen, Korrekturen oder Ergänzungen vornehmen oder den Begriff weiter ausführen. Verbleibende Unklarheiten können im Anschluss im Plenum diskutiert werden (vgl. ebd.).

Im *Inversen Modul* wurde neben dem Glückstopf eine Variante genutzt: Die Studierenden schreiben in Einzelarbeit Fragen, Anmerkungen oder zentrale Erkenntnisse zum Themengebiet auf. Diese werden eingesammelt und jeder Studierende zieht reihum einen Begriff, den er oder sie im Plenum erläutert. Der Lehrende kann ggf. ergänzen oder vertiefen. Dieses Vorgehen bot sich im *Inversen Modul* aufgrund der Gruppengröße an und bildete eine Variation zur Methode Glückstopf.

Fragenkultur

Durch die Hospitation in Lehrveranstaltungen des Instituts stellte sich heraus, dass hier folgendes Bild entsteht: Es besteht in Vorlesungen und Übungen wenig Interaktion und Kommunikation zwischen den Studierenden untereinander und mit der Lehrperson.

Dieser Umstand kann für Kommunikations- und Verständnisschwierigkeiten verantwortlich sein. Die Lehrperson erhält wenige Rückmeldungen über den Lernprozess bzw. Lernstand der Studierenden und letztere erkennen Verständnislücken oft erst kurz vor der Prüfung. Der aktive Lernprozess kann dadurch beeinträchtigt werden.

Auch wenn die Lehrperson Fragen stellt, sehen sich die Studierenden nicht dazu veranlasst, diese zu beantworten. Sie selbst stellen in der Regel keine Fragen, auch wenn sie Sachverhalte nicht verstanden haben.

Im *Inversen Modul* wurde von Beginn an die Interaktions- und Kommunikationskultur gefördert und gefördert. So lernten die Studierenden bereits zu Anfang, Fragen zu stellen, z. B. mit den Methoden Glückstopf oder „**Fragenkorb**“³⁵.

Bei dieser Methode schreibt jeder oder jede Studierende eine Frage, die er zu einem bestimmten Themengebiet oder Inhalt hat, auf eine Moderationskarte oder ein Blatt Papier. Diese werden eingesammelt und gemeinsam mit der Lehrperson besprochen und bearbeitet. Die Lehrperson hat die Möglichkeit die Fragen entweder sofort zu bearbeiten oder in der nachfolgenden Sitzung als Einstieg zu nutzen. Durch diese Methode wird der Lehrperson schnell deutlich, wo die Studierenden stehen und welche Verständnisprobleme sie haben. Die Studierenden können in einem geschützten Rahmen (anonym) ihre Fragen stellen. Sie lernen außerdem Fragen zu formulieren und ihren bisherigen Lernprozess zu reflektieren. Es ist wichtig, dass der Lehrende die Fragen der Studierenden wertschätzend

³⁵ Bei dieser Methode handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Glückstopfes.

aufnimmt und die Studierenden bestärkt. Dadurch wird für die Studierenden die Hemmschwelle herabgesetzt, zukünftig Fragen zu stellen.

Die Methode bietet sich zum einen zum Anfang des Semesters an, um die Studierenden an das Fragen zu gewöhnen, zum anderen immer nach Abschluss einer Sitzung oder eines Themenkomplexes, wenn noch offene Fragen thematisiert werden sollen. Aufgrund der flexiblen Antwortmöglichkeiten (entweder sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt) lässt sich die Methode durchaus auch mit großen Gruppen durchführen. Erfahrungen aus dem *Inversen Modul* zeigen, dass Studierende häufig ähnliche Fragen haben, so dass diese zusammen beantwortet werden können.

Neben den aktivierenden Methoden wurden auch während der Impulsvorträge immer wieder Fragen gestellt, sowohl von Seiten der Studierenden, als auch von Seiten der Lehrperson. Durch Warten nach der Frage und den Aufforderungscharakter der Formulierung lernen die Studierenden, dass von ihnen eine Antwort erwartet wird. Fragen sind wie bereits erwähnt ein wichtiger Teil eines verständnisorientierten Lernprozesses (vgl. Mikelskis 2006, S.187). Auf diese Weise in ihrem Lernprozess akzeptiert und unterstützt, treten die Studierenden schnell und gerne in Interaktion und fassen dann auch den Mut, eigene Fragen zu formulieren, so dass sich bereits nach ein bis zwei Sitzungen eine rege Fragekultur entwickelt.

3.7 Leitmedium

Leitmediengestütztes Lernen ist solches Lernen, bei dem ein Medium (z. B. ein Buch, das Internet, E-Learning, eine Situation o. ä. das zentrale Element der Gestaltung des Lehr-/Lernsettings ist (vgl. Baumgartner 2011, S. 283). Dabei ist die Verwendung des Lernmediums keineswegs auf den Fernunterricht beschränkt, sondern kann auch die Präsenzlehre bestimmen (vgl. ebd.).

Da das Anfertigen von Diagrammen und Koordinatensystemen eine wichtige methodische Kompetenz der Studierenden der Verfahrenstechnik ist, waren sie zeitweise das Leitmedium des *Inversen Moduls*.

Diagramme und Koordinatensysteme

In der Abstimmung zwischen dem Lehrenden und der Physikdidaktik wurde immer wieder die fachliche Schwierigkeit der Studierenden erörtert, Diagramme und Koordinatensysteme nicht richtig lesen, beschreiben, erarbeiten und anfertigen zu können. Darum wurde im *Inversen Modul* großen Wert darauf gelegt. Die Studierenden haben mehrfach während der Veranstaltungszeit Diagramme angefertigt und sie vorgestellt.

Zusätzlich wurde das Verständnis für Veränderungen in Diagrammen und Koordinatensystemen über computergestützte Simulationen gefördert. Hierfür wurde z. B. das Praktikum Rektifikation der Seite ChemgaPedia³⁶ genutzt. Diese Seite ermöglicht es, bestimmte Phänomene online zu modellieren und dabei zu beobachten, welche Einflüsse die Veränderung der Parameter auf den Verlauf von Graphen haben.

3.8 Peer Austausch

In der Modellfamilie des Peer Austausches steht das kollegiale Lernen im Mittelpunkt. Dabei lernen die Studierenden wechselseitig voneinander (vgl. Baumgartner 2011, S. 315). Dazu gehören beispielsweise die Beratung, das Kolloquium, die Konferenz oder auch das Netzwerk (vgl. Baumgartner 2011, S. 316).

Das ausgetauschte Wissen im Peer Austausch ist dabei vor allem Deutungs- und Problemlösewissen (vgl. Baumgartner 2011, S. 317).

Peer Instruction

Peer Instruction ist eine Möglichkeit, Verständnisschwierigkeiten bei Studierenden zu erkennen und zu bearbeiten. Das Lernen in Dyaden ist das handlungsleitende Prinzip. Peer Instruction geht auf Eric Mazur (1997) zurück und verfolgt das Ziel, Studierende zu aktivieren und sie zu einer Auseinandersetzung mit den zugrunde liegenden wissenschaftlichen Konzepten anzuregen (vgl. Mazur 1997, S. 10). Dabei leitet Mazur die Annahme, dass reines Zuhören wie in einer Vorlesung üblich, nicht so effektiv ist, wie Lesen und Sprechen über die Inhalte (vgl. Mazur 2006, S. 12). Er postuliert, dass Zuhören eine passive Aktivität sei (vgl. ebd.). Folgende Ideen stehen hinter der Methode: 1. Studierende, die einen Sachverhalt gerade erst selbst verstanden und erarbeitet haben, sind die besten Lehrerinnen und Lehrer. Sie erinnern sich sehr genau, welche Schwierigkeiten sie selbst hatten und können deshalb die besten Erklärungen liefern (vgl. Mazur 1997, S. 13). Sich widersprechende Ansichten können dazu beitragen, „dass sich die Gruppenmitglieder mit unterschiedlichen Sichtweisen auseinander setzen, den eigenen Standpunkt überdenken und so zu einem tieferen Verständnis der bearbeiteten Themen gelangen“ (Reinmann & Mandl 2006, S. 648). 2. In jedem Fachgebiet gibt es intuitive Konzepte, die die Studierenden als Vorwissen mitbringen und die sie daran hindern, das wissenschaftliche Konzept zu verstehen.

³⁶ Die Seite ChemgaPedia ist eine freie Enzyklopädie mit Multimedia-Lerneinheiten zu Themen der Chemie und angrenzender Naturwissenschaften. Betrieben wird die Seite von Wiley Information Services GmbH. Zu finden ist sie unter <http://www.chemgapedia.de/vsengine/de/index.html>. Zuletzt geprüft 30.11.2014.

Die bereits im Kapitel II: Lernen junger Erwachsener erwähnten intuitiven Konzepte generieren sich aus Alltagserfahrungen der Lernenden. Diese Konzepte zu eruieren, ist eine zentrale Herausforderung der Lehre, insbesondere in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, da sie nicht nur für fehlendes Verständnis des aktuellen Stoffes sorgen können, sondern auch bereits abgeschlossene Themen, welche die Voraussetzung für den neuen Stoff bilden, zum Teil nicht wissenschaftlich korrekt erfasst worden sind.

Zum Ergründen dieser Konzepte wurden bereits für zahlreiche Fachgebiete Konzepttests entwickelt. Die Konzeptfragen werden mit möglichen Antworten versehen, welche die gängigen studentischen Ideen aufnehmen (vgl. Turpen & Finkelstein 2008, S. 2).

Vorgehen: Der Lehrende bereitet Fragen zu einem Themengebiet vor, zu dem die Studierenden bereits etwas gehört oder gelesen haben. Entweder lesen die Studierenden in der Selbstlernzeit Texte, zu denen Fragen generiert werden oder sie hören ein Impulsreferat, welches als Grundlage dient. Die formulierten Fragen testen dabei das Verständnis der Studierenden (vgl. Mazur 2006, S. 12). Die Fragen bewegen sich im Spannungsfeld eines mittleren Anspruchsniveaus. Die verständnisorientierten Fragen werden mit Antwortalternativen an eine Leinwand projiziert und die Studierenden erhalten ca. eine Minute Zeit, um sich für eine Antwortalternative zu entscheiden. Mittels eines elektronischen Abstimmungssystems oder vorbereiteter Antwortkärtchen, entsteht ein Plenumsbild zum Wissens- und Lernstand aller Studierenden. Im zweiten Schritt der Peer Instruction werden die Studierenden aufgefordert, ihren Nachbarn bzw. ihre Nachbarin von der Richtigkeit ihrer Antwort zu überzeugen (vgl. ebd.). Während der Diskussion hat der Lehrende die Gelegenheit, zuzuhören, was und vor allem wie die Studierenden diskutieren, welche Argumente sie anführen und welche Gedankengänge sie entwickeln (vgl. Mazur 1997, S. 12). Auf diese Diskussionsrunde folgt eine weitere Abstimmungsrunde.

„Die Anzahl der Studenten, die die korrekte Antwort wählen, steigt nach der Diskussion immer an, was die Schlussfolgerung nahe legt, dass die Studenten ihre Begründung erfolgreich erklären und sich dadurch gegenseitig etwas lehren“ (Mazur 2006, S. 13). Durch die Diskussion steigt nicht nur die Anzahl der richtigen Antworten in der zweiten Abstimmungsrunde, sondern auch das Selbstvertrauen der Studierenden (vgl. Mazur 1997, S. 12). Die Anzahl derjenigen Studierenden, die in der ersten Abstimmungsrunde die richtige Antwort nannten und in der zweiten falsch antworten ist äußerst gering (Mazur 1997, S. 13). Mazur geht davon aus, dass es wesentlich schwerer ist, jemanden mit dem richtigen Konzept von einem falschen zu überzeugen (vgl. ebd.). Den letzten Schritt der Peer Instruction bildet die vertiefende Diskussion oder Erklärung der Inhalte durch den Lehrenden und die Studierenden.

Die Methode ermöglicht es, die Erwartungen der Lehrenden und das Verständnis der Studierenden schnell abzugleichen (vgl. Mazur 2006, S. 13; Mazur 1997, S. 16).

Untersuchungen zum Einsatz von Peer Instruction in der Lehre zeigen, dass Lehrende, die diese Methode einsetzen, bei ihren Studierenden ein besseres Konzeptverständnis ermöglichen (vgl. Turpen & Finkelstein 2008, S. 3). Außerdem lernen die Studierenden, ihre Gedanken in Worte zu fassen und setzen sich bereits während der Veranstaltung aktiv mit dem Inhalt auseinander (vgl. Mazur 1997, S. 14).

Peer Instruction im Sinne des Peer Tutoring ist am effektivsten, wenn es als Ergänzung zur Rolle des Lehrenden angewendet wird und nicht als deren Ersatz (vgl. Hattie 2013, S. 222). Dabei profitieren sowohl die Studierenden, die die richtige Lösung wussten und zu Lehrenden werden, als auch die Studierenden, die es nicht wussten, beide Gruppen lernen (vgl. ebd.).

Im *Inversen Modul* wurden keine elektronischen Abstimmungsgeräte genutzt. Die Fragen wurden per Handzeichen abgestimmt, dies war möglich, da es sich um eine kleine Gruppe handelte. Der Nachteil dieses Vorgehens ist, dass die Abstimmung nicht mehr anonym vorgenommen werden kann.

Murmelgruppe

Die Methode Murmelgruppe kann den Abschluss eines Impulsvortrages bilden. Am Ende eines Vortrages durch den Lehrenden, erhalten die Studierenden den Auftrag, mit einer oder zwei weiteren Personen, Unklarheiten zu thematisieren, eine fachliche Diskussion zu führen oder eine Aufgabe zu lösen. Hierfür gibt es eine relativ enge Zeitvorgabe von max. fünf Minuten. Im Anschluss werden ggf. offene Fragen geklärt oder das Ergebnis einer Kleingruppe vorgestellt (Weidenmann 2010, S. 76). Die Methode bietet den Vorteil, dass sie flexibel und schnell und in jeglicher Gruppengröße angewendet werden kann. Die Murmelgruppe kann bei den Studierenden für Struktur und Klarheit im Veranstaltungsablauf sorgen, da die Phasen einer Veranstaltung durch den Einsatz von Murmelgruppen abgegrenzt werden können (vgl. Weidenmann 2010, S. 77). Des Weiteren kann der Stoff bereits in der Veranstaltung vertiefend bearbeitet werden und in kleinere Einheiten unterteilt werden. Die Studierenden sind hier im Gegensatz zum klassischen Lehrgespräch stärker eingebunden und gleichmäßiger beteiligt (vgl. Weidenmann 2010, S. 78).

Diese Methode senkt die Hemmschwelle. Das Antworten auf Fragen des Lehrenden fällt leichter, da zuvor ein Austausch mit dem Partner bzw. der Partnerin stattgefunden hat.

Je nach Lern- bzw. Lehrziel bieten sich unterschiedliche Arbeitsaufträge an. Sollen die Studierenden das gehörte Wissen anwenden, kann ein Fallbeispiel herangezogen werden

(vgl. Weidenmann 2010, S. 80). Sollen Unterschiede herausgearbeitet werden können, bieten sich Vergleiche an (vgl. ebd.). Es ist aber auch möglich, die Studierenden mit einem „freieren“ Auftrag in den Murmelgruppen arbeiten zu lassen und nach dem zu fragen, was die Studierenden im Vortrag am wichtigsten fanden, was ihnen unklar geblieben ist oder welche Verknüpfungen sie zu anderen Wissensgebieten herstellen können. Ziel ist es, dass die Studierenden überprüfen können, ob sie das Gehörte richtig verarbeitet haben, darum werden die Ergebnisse der Gruppe, im Gegensatz zur klassischen Gruppenarbeit, nicht im Detail vorgestellt, sondern den Abschluss bildet die exemplarische Vorstellung der Arbeitsergebnisse und/oder die Klärung von Verständnisschwierigkeiten (vgl. ebd.).

3.9 Probehandlung

Die Probehandlung ist dadurch bestimmt, dass die Lernenden sich durch den Umgang mit dem Objekt selbst, Wissen und Fertigkeiten aneignen (vgl. Baumgartner 2011, S. 311). Die Handlung und die anschließende Bewertung stehen im Vordergrund (vgl. Baumgartner 2011, S. 313). Die Handlung wird dabei didaktisch gelenkt (vgl. ebd.). Zur Modellfamilie der Probehandlung gehört beispielsweise das Experiment, die Nachahmung, die Reproduktion und der Versuch (vgl. Baumgartner 2011, S. 312).

Labor

Die Studierenden des *Inversen Moduls* waren mehrfach im Studierendenlabor des Instituts, obwohl dies originär nicht zur Veranstaltung gehörte. Das Ziel dieser Arbeit im Labor war es, Anschaulichkeit herzustellen und Verständnis zu erzeugen.

Bereits in der zweiten Sitzung waren die Studierenden im institutseigenen Labor, dort war eine Destille aufgebaut, die den Kontext für den Themenkomplex Destillation bildete. In der Destille wurde in dieser Sitzung Branntwein hergestellt. Neben der Beschreibung des Versuchsaufbaus mussten die Studierenden zu verschiedenen Zeitpunkten die Temperatur messen sowie das Produkt abfangen. Am Ende mussten die Ergebnisse ausgewertet werden. Der Versuch wurde fragend-entwickelnd durchgeführt.

Auch in der dritten Sitzung waren die Lernenden wiederum in diesem Labor. An diesem Tag sollten die Studierenden die theoretische Zeichnung einer Rektifikationskolonne herstellen, indem sie von einem Modell einer Kolonne auf die schematische Zeichnung schließen mussten. Diese fertigten sie auf einem Flipchart-Papier an und verglichen sie am Ende miteinander.

Die Studierenden waren noch ein weiteres Mal im Studierendenlabor. In dieser Sitzung wurde eine Dichtemessung durchgeführt. Diese Aufgabe entsprang der Beobachtung, dass die Lernenden Schwierigkeiten mit dem Verständnis der Dichte hatten. Die Studierenden führten verschiedene Messungen unter Anleitung durch, um die Konzentration in Mehrstoffgemischen zu kontrollieren.

3.10 Personalisieren

Entscheidend für die Modellfamilie des Personalisierens ist, dass sowohl die Auswertung des Lernerfolgs, als auch die angebotenen Lernmaterialien auf dem „Lernweg“ im Vorfeld geplant sind (vgl. Baumgartner 2011, S. 296). Der „Lernweg“ wird ohne Hilfe der Lehrenden beschriftet (vgl. ebd.). Zur Modellfamilie gehören z. B. die Einzelarbeit, die Individualisierung und die Lehrschrittsequenz (vgl. ebd.).

Stationenlernen

Das Stationenlernen oder auch der Lernzirkel³⁷ unterstützt die Selbstlernprozesse, das individuelle Lerntempo der Lernenden kann berücksichtigt werden, ebenso die vertiefte Auseinandersetzung mit einem Themengebiet (vgl. Schumacher 2008, o. S.). Das Stationenlernen berücksichtigt neben dem Lerntempo auch die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Lernenden, jede und jeder kann die Inhalte entsprechend seines oder ihres Vorwissens erarbeiten und vertiefen, Lernstände, -typen und Leistungsstände können berücksichtigt werden. Die zu erarbeitenden Inhalte werden an verschiedenen Stationen erarbeitet. Dies kann entweder in Einzel- oder in Kleingruppenarbeit vollzogen werden.

Die Stationen werden im Raum positioniert und mit Materialien und Informationen versehen (vgl. Wendorff 2012, S. 235). Nach der Erläuterung des Vorgehens erarbeiten die Studierenden an den Stationen die Inhalte in einem passenden Zeitintervall und wechseln dann selbständig die Stationen, bis sie alle Stationen abgearbeitet haben. Je nach Umfang der Informationen und Aufgabenstellung sollten zwischen 20 und 60 Minuten eingeplant werden. Haben alle Studierenden die Stationen bearbeitet, können die Ergebnisse im Plenum vorgestellt werden.

Die Bearbeitung der jeweiligen Stationen sollte in etwa gleich lang sein, um Verzögerungen beim Wechsel und dadurch entstehende Wartezeiten zu vermeiden.

³⁷Viele weitere Namen für die Methode lassen sich in der Literatur finden, z. B. Lernstraße, Lernparcour, Stationengespräch, Stationenweg, Lernzirkel, Lernstationen, allen gemein ist, dass der Lernende einen Weg mit diversen Stationen (Arbeitsaufträgen) abarbeitet (vgl. Stary 2008, S. 2; Wendorff 2012, S. 235).

Die Vorbereitung passender Stationen ist mit relativ viel Aufwand verbunden, dafür hat der Lehrende während der Erarbeitung der Stationen durch die Studierenden Zeit, sich mit dem einzelnen Studierenden zu beschäftigen. Die Lehrperson nimmt während der Zeit der Stationenbearbeitung die Rolle eines Coaches oder Moderators bzw. Moderatorin ein, d. h. er/sie greift nicht direkt in das Lerngeschehen ein, sondern steht bei Fragen oder Problemen als Ansprechpartner/-in zur Verfügung (vgl. Stary 2008, S. 5). Am Ende des Stationenlernens können die Arbeitsergebnisse in der Gesamtgruppe besprochen werden (vgl. Wendorff 2012, S. 235).

Im *Inversen Modul* wurde zur Sicherung der Ergebnisse ein Arbeitsblatt eingesetzt, das sukzessive an den Stationen ausgefüllt werden konnte.

3.11 Verbund

Unter der Modellfamilie Verbund wird solches Lernen verstanden, bei dem die gegenseitige Unterstützung und die Zusammenarbeit im Vordergrund steht (vgl. Baumgartner 2011, S. 305). Es kann auch als soziales Lernen bezeichnet werden, bei dem verständnisorientierte Handlungen im Mittelpunkt stehen (vgl. ebd.). Zur Modellfamilie des Verbundes gehören beispielsweise die Kleingruppenarbeit und die Partnerarbeit (vgl. Baumgartner 2011, S. 306).

Lernen – Gruppenpuzzle

Bei kognitiven Prozessen, so auch beim Lernen handelt es sich nicht allein um individuelle Vorgänge. Sie haben auch soziale Aspekte (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 648). Diesem Umstand tragen kooperative Lernformen Rechnung. Soziale Normen und das soziale Setting wirken auf das Denken und Handeln des Individuums (vgl. ebd.).

Die Effekte des kooperativen Lernens beziehen sich auf die Ebenen Leistung, soziale Kompetenz und Persönlichkeitsentwicklung (vgl. Green & Green 2005, S. 38; Huber 2006, S. 263, Reinmann & Mandl 2006, S. 649). Über verschiedenste Untersuchungen in unterschiedlichen Fächern und Altersgruppen hinweg lassen sich die Effekte des kooperativen Lernens reproduzieren. Die Effekte beziehen sich u. a. auf die Oberflächen-, als auch auf die Tiefenverarbeitung von Inhalten (vgl. Hattie 2013, S. 252). Kooperatives Lernen kann außerdem Einfluss auf das Interesse und die Problemlösefähigkeit nehmen (vgl. Hattie 2013, S. 251).

Merkmale des kooperativen Lernens sind die Aufteilung der Arbeit auf die Mitglieder der Gruppe und die spätere Zusammenführung der Ergebnisse zu einer gemeinsamen Lösung (vgl. Perrez et al. 2006, S. 406). Der Ablauf der Arbeit kann dabei durch den Lehrenden unterschiedlich stark gesteuert werden (vgl. Perrez et al. 2006, S. 406). In

manchen Fachkulturen haben kooperative Lernformen nur eine geringe Verbreitung, da mit ihnen negative Aspekte den Lehrenden verbunden werden: mangelnde Disziplin, sinkende Leistungen, Kritik durch Kolleginnen und Kollegen (vgl. Reinmann & Mandl 2006, S. 649).

Kooperatives Lernen setzt voraus, dass:

- die Gruppenmitglieder bereit sind, sich mit anderen auszutauschen, über Probleme zu diskutieren und dass die gemeinsame Aufgabenbearbeitung Priorität haben,
- die Aufgaben so gestaltet sind, dass sie aufgrund ihrer Struktur nur als Gruppenarbeit bewältigt werden können, jedes Mitglied der Gruppe muss einen Beitrag zur Lösung beitragen,
- die Anreizstruktur definiert ist, z. B. in Form der Vorbereitung oder als Vorleistung auf die Prüfung,
- der Rahmen für kooperatives Lernen geeignet gestaltet wird und regelmäßig Eingang in den Lehralltag findet (vgl. ebd.).

Die Grundlage des kooperativen Lernens ist das Prinzip Think-Pair-Share (vgl. Green & Green 2005, S. 45). Es bezeichnet die drei Arbeitsphasen, die dieses Prinzip determinieren. In der ersten Phase Think, arbeiten die Lernenden still für sich an einem Thema, einer Aufgabenstellung oder einer bestimmten Frage (vgl. Waldherr & Walter 2014, S. 25). In der zweiten Phase Pair tauschen sich die Lernenden zu zweit aus und erörtern gegenseitig ihre Lösungen. In der dritten Phase dem Share werden die Antworten anderen Lernenden vorgestellt (vgl. ebd.). Dieses Prinzip der Einzel-, Paar- und Gruppenarbeit (Think-Pair-Share) liegt in Varianten allen kooperativen Lernformen zugrunde.

Das **Gruppenpuzzle** oder Jigsaw ist eine Methode des kooperativen Lernens, bei der Inhalte in sinnhafte Abschnitte unterteilt werden (vgl. Wendorff 2012, S. 235).

Zu den geplanten Inhalten werden Materialien zusammengestellt anhand derer das Thema erarbeitet werden kann. Die Gruppen sollten zwischen vier und sechs Personen groß sein, damit sich jedes Mitglied gut einbringen kann (vgl. Waldherr und Walter 2014, S. 27). Die Zeit für das Gruppenpuzzle variiert je nach Umfang der Inhalte. Waldherr und Walter (2014) planen für einen dreiseitigen Fachtext in der ersten Arbeitsphase ca. 30 Minuten, für die zweite ca. 60 Minuten ein (vgl. S. 28).

Die Erarbeitung der Themen erfolgt dann in drei Arbeitsphasen (→ Abbildung 7):

- Zunächst werden die Lernenden entsprechend der Anzahl der sinnhaften Abschnitte in Gruppen eingeteilt (z. B. sechs Themen = 6 Kleingruppen von Ler-

nenden). Diese Kleingruppen erarbeiten sich jeweils ihr Thema, sie können sich dazu austauschen und sollen das Thema so vorbereiten, dass sie es im Anschluss an die erste Arbeitsphase den anderen Gruppen erklären können (vgl. Waldherr & Walter 2014, S. 26). Die Zeit in dieser Gruppe ist abhängig von der Menge der zur Verfügung gestellten Informationen. Offene Fragen können mit dem Lehrenden geklärt werden.

- Im zweiten Schritt bilden sich neue Arbeitsgruppen, die so zusammengesetzt sind, dass aus den Gruppen des ersten Schrittes jeweils ein „Experte“ anwesend ist. Jedes Mitglied der neuen Gruppe erläutert den anderen sein Thema. Die Zuhörerinnen und Zuhörer stellen Fragen und versuchen zu verstehen, was ihnen erklärt wurde (vgl. ebd.).
- Im dritten Arbeitsschritt können die Ergebnisse der zweiten Phase auf unterschiedliche Weise bearbeitet werden, z. B. in Form einer Postersession (→ Kapitel IV:3.2 Postersession), einer Anwendung des neuerworbenen Wissens auf einen bestimmten Fall oder in Form einer Fragenrunde mit dem Lehrenden. In dieser abschließenden Plenumsphase sollte keinesfalls eine erneute komplette Erläuterung des Themas durch den Lehrenden erfolgen, dies würde die erste Phase ad absurdum führen.

Das Gruppenpuzzle war im *Inversen Modul* eine sehr gute Vorbereitung auf mündliche Prüfungen, da die Lernenden üben, Inhalte vernetzt und argumentativ darzustellen.



Abbildung 7: Gruppenpuzzle (eigene Darstellung)

3.12 Wiederholung

Unter Wiederholung wird das erneute Durchgehen von Inhalten verstanden (vgl. Steiner 2006, S. 108). „Von wenigen Ausnahmen abgesehen, setzt jegliches Lernen, d. h. jeder Erwerb von Wissen und Fertigkeiten, ein Wiederholen der Erwerbsprozesse voraus“ (Steiner 2006, S. 101).

Über das Üben generiert das Gehirn Regeln, hierfür braucht es allerdings eine Vielzahl an Wiederholungen (vgl. Spitzer 2006, S. 65; Steiner 2006, S. 100). Regeln sind automatisierte Handlungsabläufe, um automatisiert/gelernt zu werden, müssen sie immer wieder geübt werden (vgl. Waldherr & Walter 2014, S. 121). Das Entstehen von neuronalen Vernetzungen wird durch Wiederholungen ermöglicht (vgl. Waldherr & Walter 2014, S. 122).

Übungseinheiten, die verteilt absolviert werden, steigern die Lerneffekte (vgl. Hattie 2013, S. 220; Steiner 2010, S. 109). Dazu werden Übungen in kleinere inhaltliche und zeitliche Einheiten unterteilt und in einem etwas größeren Zeitraum wiederholt (vgl. Steiner 2006, S. 109). Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Pausen zwischen den einzelnen Übungsteilen elaborierende mentale Aktivitäten ablaufen, „die den günstigen Lernzuwachs erklären können“ (ebd.). Lernende, die häufiger verteilt üben, schneiden in der Leistung besser ab als solche, die geballt üben (vgl. Hattie 2013, S. 221). Zu Hatties Forschungsergebnissen zum Üben fasst Wendorff (2014) zusammen, „dass ein Anbieten von zu viel Lernstoff am Stück schnell zur kognitiven Überlastung führt“ (S. 13).

Baumgartner gliedert unter die Modellfamilie Wiederholung auch die Übung, wobei er unter Übung die serielle Beantwortung von Aufgaben gleichen Typs versteht (vgl. Baumgartner 2011, S. 251ff). Die ebenfalls als solche bezeichnete Übung im *Inversen Modul* gehört nach Baumgartners Definition eher in die Modellfamilie Aufgabe, weshalb sie dort verortet ist.

Grundlagenmemory

Das Grundlagenmemory nahm im *Inversen Modul* eine zentrale Rolle ein. Es begleitete die Studierenden von der ersten bis zur letzten Veranstaltung.

In der ersten Veranstaltung wiederholten die Studierenden anhand des Memorys die Grundlagen der thermischen Verfahrenstechnik. Dabei ist der Name Memory insofern irreführend, als dass die Studierenden nicht zwei zusammenhängende Karten finden mussten, sondern drei (→ Tabelle 4: Auszug aus dem Grundlagen-Memory). Die drei Karten behandelten 18 thematische Grundlagen und mussten von den Studierenden passend kombiniert werden. Die richtigen Paare wurden mit dem Lehrenden zum Ende der Sitzung erörtert und Fragen geklärt.

Im Anschluss an die einführende Sitzung nutzten die Studierenden des *Inversen Moduls* das Grundlagenmemory als Formelsammlung, die sie im Laufe des Semesters um neue Formeln erweiterten. Die entstandene Formelsammlung diente der Vorbereitung auf die Klausur. Das Grundlagenmemory schlug damit den Bogen von der ersten bis zur letzten Sitzung des Semesters. Es diente dazu, Wiederholungsstrategien und Organisationsstrategien (→ Kapitel II:5. Lernstrategien) der Studierenden zu unterstützen.

Englische Wiederholung

In der Vorlesung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* gab es bereits vor der Umstrukturierung zu Beginn einer jeden Sitzung eine englische Wiederholung durch die Lehrperson. Sie dient zum einen dazu, die Inhalte der vorangegangenen Sitzung zu wiederholen, zum anderen der Vertiefung der fachspezifischen Englischkenntnisse der Studierenden.

Im *Inversen Modul* wurde das Lehrziel weiter ausgebaut, die Studierenden übernahmen die englische Wiederholung. Für die Studierenden war die Aufgabe aus drei Gründen ungewohnt: Sie mussten zu diesem Zeitpunkt ihres Studiums selten Fachenglisch sprechen. Sie mussten bis dato selten aktive Anteile in einer Veranstaltung übernehmen und genauso selten mussten sie Inhalte vor einer Gruppe präsentieren. In der dritten gemeinsamen Sitzung machte die Lehrperson ein Beispiel für diese Wiederholung, um den Studierenden Sicherheit zu geben. Die Hürde für die Studierenden wurde zudem minimiert, in dem sie in der Sitzung vor ihrer Präsentation Stichwortkarten erhielten (→ Kapitel XI:7. Beispiel Stichwortkarte englische Wiederholung), auf denen die ausgewählten Inhalte mit der Fachterminologie zu finden waren.

Während der folgenden Zeit konnten sie sich vorbereiten und evtl. auftretende Fragen an den wissenschaftlichen Mitarbeiter stellen. Die Studierenden erweiterten ihren aktiven englischen Fachwortschatz und verstanden die Inhalte besser³⁸, da sie sie selbst vorbereiten mussten. Sie konnten in dem kurzen Vortrag (max. 10 Min) ihre Präsentationskompetenz schulen. In einem kurzen Feedback ging die Lehrperson im Anschluss an die Präsentation mittels eines inhaltlichen Feedbacks auf die Wiederholung ein. Es bestand die freiwillige Möglichkeit, im Anschluss an die Veranstaltung ein ausführliches Feedback von den wissenschaftlichen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen zu bekommen, dieses bezog sich neben dem Inhalt auch auf die Präsentationskompetenz.

Die Präsentation wurde von ein oder maximal zwei Studierenden vorbereitet und gehalten, so dass jeder bzw. jede Studierende ein Mal im Semester eine solche englische

³⁸ Besser bezieht sich in diesem Zusammenhang nicht auf einen Vergleich zu den Studierenden der Vorlesung, sondern meint besser als ohne die Wiederholung. Die Studierenden merkten dies in der Rückschau nach der Hälfte des Semesters an.

Wiederholung vorbereiten musste. Insbesondere die Gelegenheit, kurze Präsentationen zu halten, kommt im ingenieurwissenschaftlichen Studium häufig erst am Ende des Studiums vor, obwohl dies eine wichtige berufliche Kompetenz ist (→ Kapitel III: 1 Ingenieurwissenschaftliche Studiengänge).

Name	Beschreibung	Formel/Diagramm
Phasenregel von Gibbs	Bestimmung der thermodynamischen Freiheitsgrade eines Systems	$F = K - P + 2$
Siedelinse	Temperatur und Zusammensetzung von flüssiger und dampfförmiger Phase eines binären Gemisches bei isobarer Verdampfung	

Tabelle 4: Auszug aus dem Grundlagen-Memory

Nach jeweils der Hälfte des Semesters wurden die Studierenden des *Inversen Moduls* um eine mündliche Rückmeldung gebeten. In der Rückmeldung betonten sie, dass die Wiederholung in der durchgeführten Form sinnvoll und gewinnbringend war, nicht zuletzt aufgrund der extrinsischen Motivation, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen zu müssen und der Gelegenheit, ein persönliches Feedback zu bekommen.

Da Wiederholungen einen entscheidenden Einfluss auf das Lernen und Behalten haben (→ Kapitel II: 1 Lernen) wurde aber nicht nur die englische Wiederholung zu Beginn der Veranstaltung genutzt, zusätzlich wurde das Wichtigste am Ende der Veranstaltung im Sinne des didaktischen Dreischrittes durch die Lehrperson zusammengefasst (→ Kapitel II:6.5 Didaktischer Dreischritt).

Zum Ende des Semesters wurden außerdem mit einem Quiz, nach der Idee von „Der große Preis“³⁹, die Inhalte wiederholt. Dabei wurden die Studierenden in Gruppen eingeteilt und traten zu den Themen Phasengleichgewicht, Verdampfen, Rektifikation, Kristallisation und Absorption gegeneinander an. Die Fragen, die die Studierenden beantworteten, hatten entsprechend der Vorlage unterschiedliche Schwierigkeitsgrade, nach denen auch die Punkte vergeben wurden. Neben der Wiederholung und Festigung der Themen konnte hierüber ein gemeinsamer Ausstieg aus der Veranstaltung gestaltet werden.

Die Verwendung der Taxonomie von Unterrichtsmethoden nach Baumgartner zur Sortierung, Strukturierung und Einordnung der Methoden im *Inversen Modul*, ist in dieser Arbeit ein Versuch, das theoretisch erstellte Konstrukt auf eine Praxissituation zu übertragen und die Möglichkeit der Ordnungsfunktion wahrzunehmen. Alles in allem ist die Einordnung der Methoden des Inversen Moduls in die Modellfamilien von Baumgartner gut gelungen. An einigen Stellen, war die Einordnung nicht ganz eindeutig möglich (z. B. bei der Methode Postersession), fokussiert man aber auf das Ziel, welches mit dem Methodeneinsatz verfolgt wird, ist dies eine Entscheidungshilfe.

³⁹ „Der große Preis“ war eine Quizshow, bei der die Kandidatinnen und Kandidaten zu einem Spezialgebiet Fragen gestellt bekamen, die im Schwierigkeitsgrad zunahmen. War die Frage richtig beantwortet, konnte man eine zweite Frage beantworten.

Kapitel V: Evaluationsdesign

Mit dem Wort „Evaluation“ ist die Bewertung eines Sachverhaltes gemeint und zwar zum Zwecke der Optimierung von Entscheidungen (vgl. Wottawa 2006) und zur Überprüfung der Wirksamkeit von Programmen/Maßnahmen. „Die Evaluation soll eine Überprüfung der Maßnahme im Sinne einer Bewertung erbringen“ (Moosbrugger & Schweizer 2002, S. 20) Im Folgenden werden die der Untersuchung zugrundeliegende Stichprobe, die Forschungsfragen/Untersuchungsverfahren, die Erhebung sowie die Methoden zur Auswertung dargestellt.

Es handelt sich um eine Felduntersuchung, die im natürlichen Umfeld der Hochschule stattfand. Dabei war der Verfasserin die Bedeutung der mangelnden Kontrollierbarkeit der Störvariablen bewusst. Zugunsten einer höheren externen Validität, durch die Natürlichkeit der Situation (Bortz & Döring 2003, S. 60f), wurde die Untersuchung dennoch wie beschrieben durchgeführt.

1. Hypothesen

Die Hypothesen ergaben sich zum einen aus den theoretischen Vorüberlegungen auf der Grundlage der Literatur zur Lehr- Lernforschung, zum anderen aus dem Hauptinteresse der Forschergruppe, das tiefergehende Verständnis zu untersuchen. Um den Umfang der begleitenden Evaluation in einem angemessenen Rahmen zu halten, wurde eine Beschränkung vorgenommen, so wurde das Interesse und die Motivation, obwohl in der Gestaltung des *Inversen Moduls* bedeutsam, nicht untersucht. Auch die Kompetenzebenen wurden nicht alle untersucht, Veränderungen beispielsweise in der Sozial- oder Präsentationskompetenz, die durch die Umstrukturierung gefördert werden sollten, wurden ebenfalls aufgrund der Angemessenheit des Umfangs der Erhebung nicht berücksichtigt.

Die Hypothesen wurden in Abstimmung zwischen dem IFdN und dem ICTV gemeinsam entwickelt und nachfolgend geeignete Instrumente gesucht bzw. entwickelt. Die Hypothesen und die zur Prüfung eingesetzten Instrumente finden sich in Tabelle 5.

Nr.	Hypothesen	Testinstrument
1	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> lernen bereits während des Semesters die Inhalte aus der Veranstaltung.	Wissenstests zu Zeitpunkt MZP(Messzeitpunkt) T1, T2, T3
2	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> haben tiefenorientierter gelernt und ein Verständnis für den Stoff erlangt.	Wissenstests zu MZP T1, T2, T3 + Prüfung
3	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> sind zufriedener mit der Veranstaltung <ul style="list-style-type: none"> a. Sie sind mit dem Dozierenden zufriedener. b. Sie sind mit der Veranstaltungsgestaltung zufriedener. 	Lehrevaluationsinstrument zu MZP T3
4	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> verfügen nach der Veranstaltung über ein breiteres Repertoire an Lernstrategien.	LIST zu MZP T1 und T3
5	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> haben eine höhere allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung nach dem Besuch der Veranstaltung.	WIRKALL-r (SWE) zu MZP T1 und T3
6	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> schneiden in den Prüfungen besser ab.	Prüfungsnote
7	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> müssen weniger Zeit auf die Klausurvorbereitung verwenden.	Lehrevaluationsinstrument, persönliche Einschätzung zu MZP T3
8	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> arbeiten für die Prüfungsvorbereitung häufiger in Lerngruppen als ihre Kommilitonen aus der Vorlesung.	Lehrevaluationsinstrument zu MZP T3
9	Die Studierenden des <i>Inversen Moduls</i> verwenden während des Semesters mehr Zeit auf die Veranstaltung.	Lehrevaluationsinstrument zu MZP T3

Tabelle 5: Hypothesen und Instrumente

2. Erhebung und Akquise

Das vorliegende Messwiederholungsdesign der Untersuchung ergab sich sowohl aus theoretischen Grundlagen des Lehrens und Lernens als auch aus den methodischen Anforderungen. Die praktischen Herausforderungen, die sich durch das Untersuchungsdesign ergeben, werden im Diskussionsteil ausführlich beschrieben. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt in der Veränderung bestimmter Merkmale der Studierenden im Verlauf des Semesters (gemessen zu drei Zeitpunkten MZP T1, T2, T3) in Abhängigkeit von der Lehrveranstaltungsart. Die drei Messzeitpunkte sind MZP T1 zu Beginn des Semesters, T2 nach der Hälfte des Semesters und T3 am Ende des Semesters.

Die in den ersten Teilen der Arbeit dargestellten Ergebnisse der Lehr-Lern-Forschung dienten als grundlegende Hinweise bei der Entscheidung für die unten erläuterten Skalen. Dabei wurde Wert darauf gelegt, dass wenige, aber gut validierte Instrumente eingesetzt wurden. Zusätzlich wurde ein Wissenstest generiert, der Inhalte der Veranstaltung auf den Lernzielebenen Kenntnis, Verständnis, Anwenden, Analyse, Synthese und Evaluation erfragte (→ Kapitel II: Lernen junger Erwachsener).

Bei der Stichprobe ($N = 89$) handelt es sich um eine Gelegenheitsstichprobe. Die Studierenden der Grundgesamtheit aller Studierenden die zum Interventionszeitpunkt die Lehrveranstaltung *Einführung in die thermische Verfahrenstechnik* besuchten, wurden per Losverfahren⁴⁰ in zwei Gruppen unterteilt. Diese nahmen eine unterschiedliche Veranstaltungsform wahr, wobei die fachwissenschaftlichen Themen identisch waren.

Die Intervention wurde zweifach durchgeführt, in zwei aufeinanderfolgenden Wintersemestern wurden ohne Veränderung das *Inverse Modul* und die traditionelle Vorlesung angeboten. Dies diente der Validierung der erhobenen Daten. In den folgenden Analysen sind mit den Messzeitpunkten T1, T2 und T3 also jeweils zwei Wintersemester gemeint.

3. Stichprobe

Die vorliegenden Daten wurden an Studierenden der Fakultät Maschinenbau der TU Braunschweig erhoben.

Insgesamt nahmen zum Messzeitpunkt T1 $N = 89$ Studierende an der Untersuchung teil. Diese verteilten sich auf die beiden unterschiedlichen Veranstaltungsarten hinsichtlich der soziodemografischen Daten wie in Tabelle 6 dargestellt. Die soziodemografischen Variablen werden auf deskriptiver Ebene berichtet. Einzelne Zusammenhangsmaße zwischen

⁴⁰ Die Studierenden wurden zunächst gleichverteilt per Los in das *Inverse Modul* oder die Vorlesung eingeteilt. Einige wechselten dennoch zurück in die Vorlesung, woraus sich die unterschiedlichen Teilnehmendenzahlen ergeben. Die Wanderbewegungen waren nach ca. 2 Veranstaltungswochen abgeschlossen, der Großteil der Studierenden hatte sich bereits zum Zeitpunkt der Zulosung, bevor eine Veranstaltung des *Inversen Moduls* bzw. der Vorlesung stattgefunden hatte, für einen Wechsel entschieden und begründet dies zumeist mit zeitlichen Überschneidungen. Da die Daten der Stichprobe überwiegend normalverteilt sind, kann davon ausgegangen werden, dass der Wechsel keinerlei Aussage über Persönlichkeitsmerkmale trifft und die Ergebnisse nicht durch den Wechsel verzerrt werden.

diesen personenbezogenen Daten werden dargestellt, um mögliche konfundierende Variablen⁴¹ zwischen spezifischen Merkmalen zu überprüfen.

	T1	
Veranstaltungsart	<i>Inverses Modul</i>	Vorlesung
	<i>N = 22⁴²</i>	<i>N = 67⁴³</i>
Studiengang		
Bioingenieurwesen	<i>n = 11 (50 %)</i>	<i>n = 47 (70 %)</i>
Maschinenbau Verfahrenstechnik	<i>n = 9 (41 %)</i>	<i>n = 18 (27 %)</i>
Wirtschaftsingenieurwesen	<i>n = 2 (9 %)</i>	<i>n = 2 (3 %)</i>
Fachsemester		
< 5.		<i>n = 2 (3 %)</i>
5.	<i>n = 13 (59 %)</i>	<i>n = 37 (55 %)</i>
7.	<i>n = 8 (36 %)</i>	<i>n = 25 (37 %)</i>
9.	<i>n = 1 (4,5 %)</i>	<i>n = 3 (4,5 %)</i>
> 9.		<i>n = 1 (1,5 %)</i>
Geschlecht		
männlich	<i>n = 14 (64 %)</i>	<i>n = 40 (60 %)</i>
weiblich	<i>n = 8 (36 %)</i>	<i>n = 27 (40 %)</i>
Grundstudium an der TU Braunschweig		
ja	<i>n = 21 (95,5 %)</i>	<i>n = 64 (95,5 %)</i>
nein	<i>n = 1 (4,5 %)</i>	<i>n = 3 (4,5 %)</i>
Bisher besuchte Lehrveranstaltungen		
Wärme- und Stoffübertragung	<i>n = 20 (91 %)</i>	<i>n = 61 (91 %)</i>
Thermodynamik der Gemische	<i>n = 11 (50 %)</i>	<i>n = 20 (30 %)</i>
Einführung in Stoffwandlungsprozesse	<i>n = 13 (59 %)</i>	<i>n = 50 (75 %)</i>
CAPE	<i>n = 22 (100 %)</i>	<i>n = 1 (1,5 %)</i>
Design Verfahrenstechnischer Anlagen	<i>n = 22 (100 %)</i>	<i>n = 1 (1,5 %)</i>
Sonstige:	<i>n = 4 (18 %)</i>	<i>n = 7 (10 %)</i>

Tabelle 6: Zusammensetzung der Stichprobe; Verteilung in den Veranstaltungsarten – Häufigkeiten zu MZP T1

⁴¹ Störvariablen

⁴² Pro Semester nahmen 11 Studierende am *Inversen Modul* teil.

⁴³ Im Wintersemester 2008/2009 nahmen 32 Studierende teil, im Wintersemester 2009/2010 waren es 35 Studierende.

4. Untersuchungsverfahren

Die Datenerhebungen fanden in schriftlicher Form zu drei Messzeitpunkten statt. Neben Fragen zum Wissenserwerb (→ Kapitel V:4.1 Wissenstest), mussten die Studierenden Aussagen zu ihren kognitiven Lernstrategien (LIST von Wild & Schiefele (1994) → Kapitel V:4.3 LIST – Lernstrategien im Studium) und zu ihrer allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (WIRKALL-r von Jerusalem und Schwarzer (1981, rev. 1999)) auf einer 5-fach gestuften Ratingskala einschätzen (→ Kapitel V:4.2 Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE)). Für die Berechnung der Skalenwerte des LIST, wurden Summenscores gebildet und für die WIRKALL-r der Mittelwert. Die Studierenden wurden zum Ende des Semesters, um eine Lehrveranstaltungsevaluation gebeten (→ Kapitel V:4.4 Evaluation der Veranstaltung).

Erhoben wurden außerdem zu jedem Zeitpunkt relevante demographische Daten (Studiengang, Fachsemester, Geschlecht, usw.).

In die statistische Analyse ging weiterhin das Prüfungsergebnis ein. Die Prüfung fand am Ende des Semesters statt. Bei der Note, die ausgegeben wird, handelt es sich um eine zeugnisrelevante Note, die in der an Hochschulen üblichen Form vergeben wurde (1,0; 1,3; 1,7; 2,0; ... 5,0). Im Verlauf der Wiederholung ergab sich eine Änderung des Prüfungsformates: Wurde im Wintersemester 2008/2009 die Prüfung in Form einer mündlichen Prüfung⁴⁴ abgenommen, so war es im Wintersemester 2009/2010 eine Klausur von zweistündiger Dauer. Diese Umstrukturierung war der Umstellung auf Bachelor- und Masterstrukturen und den damit verbundenen Modulanforderungen geschuldet. Um dennoch eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurden in der Klausur ähnliche Fragen gestellt, wie in der mündlichen Prüfung im ersten Durchlauf. In beiden Prüfungen wurde versucht verstärkt prozedurales Wissen abzufragen.

4.1 Wissenstest

Der Wissenstest wurde zu drei Messzeitpunkten in den Lehrveranstaltungen ausgefüllt. Dabei handelte es sich um inhaltlich ähnliche Aufgaben. Die Aufgaben wurden per Single-Choice Verfahren beantwortet, das heißt, dass nur eine der angebotenen Antworten korrekt war. Zur Alternative standen meist drei bis vier Antworten. In Ausnahmefällen waren zwei Antwortalternativen vorgegeben. Es wurden also zur Lösung Distraktoren⁴⁵ formuliert, die der richtigen Lösung ähnlich waren und als ablenkender Stimulus dienten. Die Distraktoren vermindern die Ratewahrscheinlichkeit, für vier Antwortalternativen liegt die-

⁴⁴ Die mündliche Prüfung wurde in beiden Gruppen von der gleichen Lehrperson abgenommen. Sie dauerte 15 Minuten und wurde von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter bzw. einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin protokolliert.

⁴⁵ Distraktoren bezeichnen die falsche Antwortalternative, die der richtigen Antwort ähnlich sind, um ihre Auswahl gleich wahrscheinlich, wie die der richtigen Antwort zu machen (vgl. Bortz & Döring 2003, S. 214).

se bei ca. 25 %; sie sinkt mit zunehmender Anzahl von Distraktoren (vgl. Bortz & Döring 2003, S. 216). Die Formulierung geeigneter Distraktoren stellt eine Herausforderung dar, da sie zwar eindeutig falsch sein müssen, aber so nah an der richtigen Antwort, dass der Ausschluss der Distraktoren nur dem Wissenden möglich und nicht trivial ist (vgl. Bortz & Döring 2003, S. 214). In der Praxis werden zumeist vier Antwortalternativen formuliert, lassen sich diese nicht finden, sind drei ebenfalls geeignet (vgl. Jacobs 2000, o. S.). Die Position der richtigen Antwort in den Alternativen sollte zufällig gewählt sein.

Als Ratekorrektur wurde die Anzahl aller richtig beantworteten Aufgaben als Testergebnis gewählt (vgl. Bortz & Döring 2003, S. 215). Das heißt, für die richtige Beantwortung der Aufgabe wurde 1 Punkt vergeben. Ein falsches oder nicht gesetztes Kreuz wurde mit Null gewertet, um die Berechnung zu vereinfachen, wurde kein Malus für eine falsche Antwort vergeben. Maximal konnten pro Test 10 Punkte erreicht werden. Diese Ratekorrektur wurde gewählt, da davon ausgegangen werden kann, dass die Testreliabilität unabhängig von der Ratekorrektur ist (vgl. Bortz & Döring 2003, S. 216).

Single-Choice Tests bieten die Möglichkeit, der schnellen und klaren Auswertbarkeit, erschweren aber die Überprüfung kreativer Lösungswege. Die hier gestellten Aufgaben zielen vornehmlich auf das Verständnis von Zusammenhängen und die Anwendung des erlernten Wissens ab.

Eine vollständige Gegenüberstellung der Aufgaben incl. der Angaben zu dem Prozentsatz richtiger Antworten kumuliert aus beiden Veranstaltungen (T1 = Messzeitpunkt 1, T2 = Messzeitpunkt 2, T3 = Messzeitpunkt 3) befindet sich im Anhang (→ Kapitel XI:1.1). Ebenfalls im Anhang sind die kompletten Wissenstests zu finden (→ Kapitel XI:3. Fragebögen). An dieser Stelle werden beispielhaft 3 Aufgaben vorgestellt (→ Tabelle 7).

	Messzeitpunkt T1	Messzeitpunkt T2	Messzeitpunkt T3
Aufgabe 2	Wie viele thermodynamische Freiheitsgrade hat das System?	Welche Verdampfungswärme kann für Wasser (Molmasse 18 g/mol) mit Hilfe der Troutonschen Regel abgeschätzt werden?	Wozu dient die Gleichung von Raoult?
Aufgabe 3	Welche Verdampfung findet im unten dargestellten Fallfilmverdampfer statt?	In welchem Betriebsbereich werden Verdampfer üblicherweise betrieben	Bei welcher der im p,T-Diagramm dargestellten wässrigen Salzlösungen ist die Salzkonzentration am

			größten?
Aufgabe 5	Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen eine feste Phase mit reinem Salz erreicht werden?	Wie groß muss der Kühlwassermassenstrom ($c_p=4 \text{ kJ}/(\text{kg K})$) eines Wärmeübertragers mindestens sein, um einen Wärmestrom von 20 kW bei einer Erwärmung um 25 K abzuführen?	Welche Temperaturdifferenz ist nun zur Übertragung des Wärmestroms notwendig?

Tabelle 7: Beispielaufgaben Wissenstest

4.2 Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE)

Eingesetzt wurde die Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (WIRKALL-r) von Jerusalem & Schwarzer (1999). Sie dient der Persönlichkeitsdiagnostik auf Gruppenebene. In der Literatur ist diese Skala teilweise auch als SWE bekannt. Die 10 Items erfassen über ein Selbstbeurteilungsverfahren die optimistische Selbstüberzeugung und Kompetenzerwartung, „also das Vertrauen darauf eine schwierige Lage zu meistern, wobei der Erfolg der eigenen Kompetenz zugeschrieben wird“ (Schwarzer, o. J., S. 1).

Grundlage der Entwicklung der Items war das Selbstwirksamkeitskonzept (→ Kapitel II:4. Selbstwirksamkeitserwartung) von Bandura (1977). Die WIRKALL-r ist eine individuelle Ressource „mit prädiktivem Wert für das Wohlbefinden und eine konstruktive Lebensbewältigung“ (Hinz et al. 2006, S. 26). Die 10 Items (Beispielitem: „Wenn ein Problem auftaucht, kann ich es aus eigener Kraft meistern.“) sind alle gleichsinnig gepolt und werden vierstufig beantwortet, sie sind intervallskaliert⁴⁶:

Stimmt nicht	Stimmt kaum	Stimmt eher	Stimmt genau
①	②	③	④

In zahlreichen internationalen Untersuchungen hat sich das Instrument durch eine starke interne Konsistenz ausgezeichnet (Cronbachs Alpha zwischen .76 und .90).

Die kriterienbezogene Validität ist durch zahlreiche Korrelationsbefunde belegt. So gibt es einen engen positiven Zusammenhang zwischen der Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung und dispositionalem Optimismus und der Arbeitszufriedenheit, sowie einen negativen Zusammenhang zu Ängstlichkeit, Depressionen und Stresseinschätzungen (vgl. Schwarzer o. J., S. 3).

⁴⁶ Intervallskaliert sind die Daten deshalb, weil die Abstände durch die Zuordnung der Zahlen, interpretiert werden können.

In bisherigen Studien lag der Mittelwert bei ca. 29⁴⁷, wobei die Standardabweichung bei ca. 5 Punkten lag (vgl. Hinz et al. 2006, S. 26). Die WIRKALL-r-Skalenwerte sind nicht normal verteilt, sondern etwas steiler und linksschief (Schiefe = -.32) (vgl. Hinz et al. 2006, S. 30).

4.3 LIST – Lernstrategien im Studium

Zur Erfassung der Lernstrategien wurde das Inventar zur Erfassung der Lernstrategien im Studium von Wildt & Schiefele (1994) genutzt. Das zugrunde liegende Konzept des LIST ist die Unterscheidung zwischen kognitiven, metakognitiven und ressourcenorientierten Lernstrategien (→ Kapitel II:5. Lernstrategien, vgl. Wild & Schiefele 1994, S. 186).

Es wird erfragt, wie häufig die Aktivitäten während des Lernens ausgeführt werden. Das Antwortformat ist fünfstufig und intervallskaliert:

Sehr selten	Selten	Manchmal	Oft	Sehr oft
①	②	③	④	⑤

Die 77 Items unterscheiden 11 Strategien (Skalen) des selbstgesteuerten Lernens:

- **Organisation** (Beispielitem: Ich fertige Tabellen, Diagramme oder Schaubilder an, um den Stoff besser strukturiert vorliegen zu haben.),
- **Zusammenhänge/Elaboration** (Beispielitem: Zu neuen Konzepten stelle ich mir praktische Anwendungen vor.),
- **Kritisches Prüfen** (Beispielitem: Der Stoffe, den ich gerade bearbeite, dient mir als Ausgangspunkt für die Entwicklung eigener Ideen.),
- **Wiederholen** (Beispielitem: Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein.),
- **Anstrengung** (Beispielitem: Ich strengte mich auch dann an, wenn der Stoff mir überhaupt nicht liegt.),
- **Konzentration** (Beispielitem: Es fällt mir schwer, bei der Sache zu bleiben.),
- **Zeitmanagement** (Beispielitem: Ich lege bestimmte Zeiten fest, zu denen ich lerne.),
- **Lernumgebung** (Beispielitem: Zum Lernen sitze ich immer am selben Platz.),
- **Lernen mit Kolleginnen und Kollegen** (Beispielitem: Wenn mir etwas nicht klar ist, so frage ich Studienkollegen um Rat.),
- **Literatur** (Beispielitem: Wenn ich einen Fachbegriff nicht verstehe, so schlage ich in einem Wörterbuch nach.),

⁴⁷ Aus den Einzelitems wird ein Summenscore gebildet.

- **Metakognitive Strategien**, dieses Item umfasst die drei Teilbereiche Planung, Kontrolle und Regulation (Beispielitem: Ich stelle mir Fragen zum Stoff, um zu prüfen, ob ich alles verstanden habe.).

Die Konsistenz der Skalen weist einen hinreichenden (Studienumgebung: $\alpha = 0.71$) bis sehr guten (Aufmerksamkeit: $\alpha = 0.90$) Cronbachs Alpha auf, eine Ausnahme bildet lediglich die Skala der metakognitiven Lernstrategien ($\alpha = 0.64$) (vgl. Wild & Schiefele 1994, S. 196).

Korrelationen zwischen den einzelnen Skalen sind bis auf wenige Items niedrig. Ausnahmen bilden die Skalen *Zusammenhänge herstellen* und *Kritisches Prüfen* mit einer mittelhohen Korrelation (vgl. ebd.). Es besteht außerdem ein statistischer Zusammenhang zwischen der Skala *Organisation* und *Wiederholung*, was als Abhängigkeit des Faktenlernens von strukturierenden und organisierenden Tätigkeiten im Vorfeld interpretiert werden kann (vgl. ebd.). Der Einsatz von Lernstrategien im Studium wird mit dem LIST ausschließlich über eine Selbsteinschätzung der Studierenden untersucht.

Abbildung 8 zeigt den Ablauf der Evaluation, der in beiden Durchläufen gleich ablief.

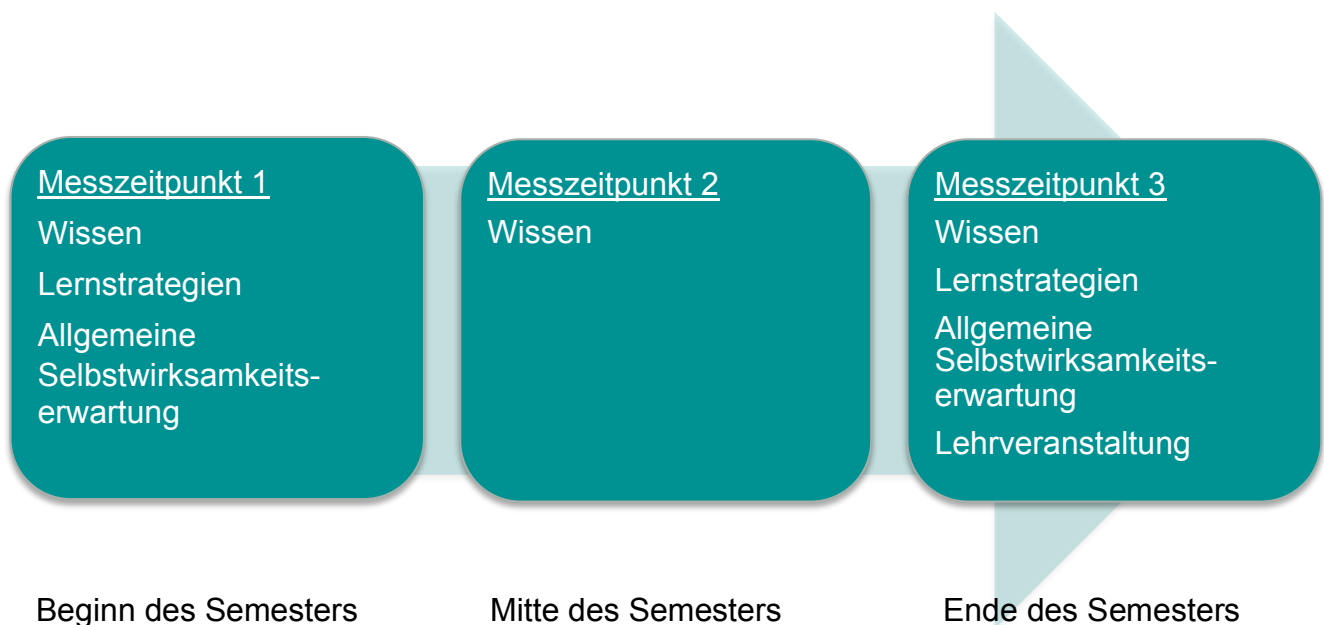


Abbildung 8: Zeitstrahl der Erhebung

4.4 Evaluation der Veranstaltung

Auf die Evaluation wurde inhaltlich bereits im Kapitel III:2.1 Lehrevaluationen eingegangen. Insbesondere die Akzeptanz, Zufriedenheit und Reaktion der Teilnehmenden sowie die Bewertung der Qualität der ergriffenen Maßnahmen auf das *Inverse Modul* wurde erfragt.

Mit 21 Items aus den Lehrevaluationsinstrumenten von Diehl (1998), Westermann, Spies, Heise und Wollburg-Claar (1998) sowie Rindermann und Amelang (1994) sollten die Studierenden die Veranstaltung hinsichtlich ihres Erfolgs auf einer fünfstufigen Likert-Skala beurteilen (Cronbachs Alpha = .90). Abschließend sollten sie mittels einer Note (Skala von 1.0, 1.3, 1.7 bis 5.0) die Lehrveranstaltung bewerten. Zusätzlich hatten sie die Möglichkeit, Kommentare zu der Veranstaltung abzugeben.

5. Auswertungen

Die wichtigsten durchgeführten Analysen werden im Folgenden dargestellt. Die einzelnen Skalen werden deskriptiv beschrieben und bezüglich ihrer Gütekriterien überprüft (Cronbachs Alpha). Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikpakets von SPSS. Zur Überprüfung der Frage, ob zwei dichotome Merkmale abhängig oder unabhängig voneinander sind, wurde für die statistische Analyse der zweidimensionale Chi-Quadrat-Test verwendet (Bortz & Döring 2003, S. 153). In dieser Untersuchung liegen sowohl natürliche dichotome Variablen vor, wie z.B. Geschlecht: *männlich/weiblich*, aber auch künstliche dichotome Variablen, wie z.B. die Zuordnung zu den Veranstaltungsarten: *Inverses Modul/Vorlesung* (Bortz & Döring 2003, S. 6f). Für die Interpretation des Chi-Quadrat-Tests gilt, bei einem p -Wert $< .05$, wird die Alternativhypothese – „Die Variablen hängen zusammen.“ - angenommen, $p > .05$ die Nullhypothese – „Die Variablen hängen NICHT zusammen.“ - beibehalten.

Die Daten dieser Arbeit sind im überwiegenden Teil der Skalen normalverteilt, getestet nach dem Shapiro-Wilk-Test. Für die Überprüfung von Mittelwertunterschieden zwischen Gruppen wurde die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse ist die unabhängigen Variablen eine kategoriale Variable (Veranstaltungsart) und die abhängigen Variablen (z.B. LIST) eine intervallskalierte Variable (Bortz & Döring 2003, S. 68, 72f, 119f). Da es sich bei dem Messwiederholungsdesign um abhängige Stichproben handelt, d. h. die Stichproben kommen, durch Messwiederholungen aus der gleichen Stichprobe zustande, wird diese spezielle ANOVA gewählt. Dabei werden die Kombinationen aus Messzeitpunkt und Faktorstufe miteinander verglichen (Rudolf & Müller 2004, S. 116). Der Wirkungsnachweis einer durchgeführten Intervention lässt sich durch den Wechselwirkungseffekt zwischen Zeit (drei Messzeitpunkte) und Bedingung (Veranstaltungsart) feststellen (Rudolf & Müller 2004, S. 117). Als eine Voraussetzung für die ANOVA mit abhängigen Stichproben (Messwiederholungsdesign) gilt die Sphärizität. Die Sphärizität gibt an, ob „die Varianzen der Differenzen der Messwerte in allen Paaren von Bedingungen gleich groß sind“ (Sedlmeier & Renkewitz 2008, S. 496). Wird die Sphärizität verletzt, d. h. $p < .05$, sollten die

entsprechenden korrigierten Kennwerte, z.B. Greenhouse-Geisser oder Huynh-Feldt, verwendet werden (Rudolf & Müller 2004, S. 118).

Zur allgemeinen Beschreibung von Zusammenhängen zwischen metrischen Variablen wurde die Produkt-Moment-Korrelation berechnet. Mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten r können Aussagen über die Enge und Richtung des Zusammenhangs getroffen werden. Die Werte für r liegen zwischen -1 und +1, wobei betragsmäßig hohe Werte (nahe eins) für sehr enge Zusammenhänge stehen. Die statistische Signifikanz eines Korrelationskoeffizienten wird durch den Korrelationstest angezeigt. Positive Korrelationen werden in der Form „je mehr..., desto mehr...“, während negative Korrelationen als „je mehr..., desto weniger ...“ interpretiert werden (Bortz & Döring 2003, S. 506ff). In dieser Arbeit wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Die praktische Bedeutsamkeit eines Korrelationskoeffizienten hängt nicht nur an der statistischen Signifikanz und der betragsmäßigen Höhe von r . Für eine praxisrelevante Interpretation kann der Anteil aufgeklärter Varianz ($= r^2$) herangezogen werden.

Die Reliabilität eines Fragebogens ist ein Gütekriterium für die Genauigkeit eines Verfahrens. In dieser Untersuchung wurde für die Reliabilitätsanalyse Cronbachs Alpha für die verwendeten Skalen berechnet und mit den Reliabilitätsangaben der Skalenentwickler verglichen.

Eta-Quadrat (η^2) stellt ein deskriptives Maß für den Anteil der Gesamtvariation der abhängigen Variablen dar, die auf die Gruppenzugehörigkeit zurückgeführt werden kann (Pospeschill 2006, S. 275f). Für die einfache Varianzanalyse wurden mittels eines Online-Tools der Universität Köln (Andreß 2003) die Eta-Quadrate (η^2) berechnet. Eta-Quadrat kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Nimmt Eta-Quadrat einen Wert 1 an, so bedeutet dies, dass die Gruppenmittelwerte sich unterscheiden, die Messwerte innerhalb jeder Gruppe aber identisch sind. Nimmt Eta-Quadrat hingegen einen Wert 0 an, bedeutet es, dass sich die Mittelwerte der unterschiedlichen Gruppen nicht voneinander unterscheiden. Entsprechend gehen die Gesamtvariationen in den Daten ausschließlich auf die Unterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen zurück.

Zur Beurteilung der Effektstärken wurde die Einteilung von Cohen (1988, S. 283ff) gewählt:

- $\eta^2 \geq 0.01$ (kleiner Effekt), Effekt erklärt 1 % der Gesamtvarianz
- $\eta^2 \geq 0.06$ (mittlerer Effekt), Effekt erklärt 6% der Gesamtvarianz
- $\eta^2 \geq 0.14$ (großer Effekt), Effekt erklärt 14% der Gesamtvarianz

6. Zusammenhänge zwischen den Variablen

Zusammenhänge zwischen zwei Variablen werden mit Hilfe der Korrelationsrechnung bestimmt. Das Berechnungsverfahren ist abhängig vom Skalenniveau der Variablen. In der nachfolgenden Tabelle 8 (Beller, 2004) werden die unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten genannt.

	Variable B		
Variable A	Intervallskala	Ordinalskala	Nominalskala (2stufig)
Intervallskalen	Produkt-Moment-Korrelation	Rangkorrelation	Punktbiseriale Korrelation (Pearson Korrelation)
Ordinalskala		Rangkorrelation	Biseriale Korrelation
Nominalskala (2stufig)			Phi-Koeffizient (Cramer's V; Kontingenzkoeffizient)

Tabelle 8: Verschiedene Korrelationskoeffizienten (Beller 2004, S. 73)

Die biseriale Korrelation setzt mehr voraus (Normalverteilung der Merkmale) als die punktbiseriale Korrelation, deshalb empfehlen Bortz und Schuster (2010, S. 173) im Zweifelsfall die punktbiseriale Korrelation zu wählen.

Der Kontingenzkoeffizient gilt als Maßzahl für den Zusammenhang zweier Merkmale, die nur in Kategorien (nominalskaliert) vorliegen (Siegel 1985, S. 188).

Korrelationen sind also ein Maß für die Stärke eines Zusammenhangs, hierbei gilt für positive Korrelationen: „je mehr... desto mehr...“ bzw. für negative Korrelationen „je weniger... desto weniger...“. Der Korrelationskoeffizient liegt zwischen +1 und -1.

Kapitel VI: Ergebnisse

Zunächst werden die allgemeinen Ergebnisse zum LIST, zur Selbstwirksamkeitserwartung und zum Wissenstest zu den drei Messzeitpunkten berichtet, um anschließend den spezifischen Hypothesen nachzugehen.

1. Unterschiede zu den drei Messzeitpunkten

An dieser Stelle werden deskriptiv die Skalen der eingesetzten Instrumente zu den drei Messzeitpunkten (MZP) an der Gesamtstichprobe dargestellt. Dabei wird nicht zwischen den beiden Veranstaltungsarten unterschieden. Die Menge der Probanden (N) variiert und wird in den einzelnen Spalten angegeben, ebenso wie Cronbachs Alpha (α). Außerdem sind die Mittelwerte (M) sowie die Standardabweichung (SD) aufgetragen. Diese Tabelle dient der Übersicht und der Orientierung der eingesetzten Instrumente zu den Messzeitpunkten. Die Tabelle 9 gibt einen Überblick über die verwendeten Instrumente und Skalen der Fragebögen zu den drei Messzeitpunkten. Die interne Konsistenz (Cronbachs Alpha α) der Skalen wurde nur angegeben, wenn die Skala aus mehr als einer Frage besteht. Sie kann insgesamt als gut bezeichnet werden ($\alpha > .60$). Die internen Konsistenzen der einzelnen Skalen lagen, bis auf die Skala Metakognitive Lernstrategien ($\alpha = .64$), im Bereich zwischen .71 und .90. Dies entspricht den Werten anderer Untersuchungen mit den eingesetzten Instrumenten (vgl. Wild & Schiefele, 1994, S. 196; Schwarzer o. J., S. 3; Boerner et al. 2005, S. 23). Die Fragebögen sind im Anhang ab dem Kapitel XI:3. S. XXXVIII zu finden.

Die Lehrveranstaltungsevaluation mit den 20 Einzelitems wird hier nicht aufgeführt, da diese nur zu MZP T3 untersucht wurde. Eine Aufstellung findet sich ebenfalls im Anhang auf S. XXVIII, der zugehörige Fragebogen auf der S. LVI.

	MZP T1			MZP T2			MZP T3			Ver- weise Anhang
	<i>N</i> <i>alpha</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i> <i>alpha</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
LIST				Wurde zu T2 nicht erhoben						S.132, 150, XXXI, XXXVIII
Organisation	N = 77 $\alpha = .82$	24.29	6.09				N = 61 $\alpha = .82$	26.26	6.39	
Zusammen- hänge/ Elabora- tion	N = 77 $\alpha = .72$	26.35	5.79				N = 61 $\alpha = .72$	26.21	6.29	
Kritisches Prü- fen	N = 77 $\alpha = .77$	20.71	6.01				N = 61 $\alpha = .77$	20.51	5.52	
Wiederholen	N = 77 $\alpha = .73$	21.14	5.54				N = 61 $\alpha = .73$	21.15	5.46	
Anstrengung	N = 77 $\alpha = .74$	29.61	4.98				N = 61 $\alpha = .74$	29.64	5.82	
Konzentration	N = 77 $\alpha = .90$	16.62	4.87				N = 61 $\alpha = .90$	16.93	4.64	
Zeitmanage- ment	N = 77 $\alpha = .83$	12.21	3.87				N = 61 $\alpha = .83$	12.33	3.82	
Lernumgebung	N = 77 $\alpha = .71$	22.39	4.53				N = 61 $\alpha = .71$	22.61	4.57	
Studienkollegen und -kolleg- innen	N = 77 $\alpha = .82$	22.60	5.88				N = 61 $\alpha = .82$	22.43	6.69	
Literatur	N = 77 $\alpha = .72$	13.75	3.32				N = 61 $\alpha = .72$	13.82	3.37	
Metakognitive Strategien	N = 77 $\alpha = .64$	38.17	5.31				N = 61 $\alpha = .64$	38.56	6.73	
WIRKALL-r										S. 135, 152, XXXVIII
Selbstwirksam- keitserwartung	N = 77 $\alpha = .78$	29.34	4.35				N = 59 $\alpha = .78$	29.90	4.89	

	MZP T1			MZP T2			MZP T3			Ver- weise Anhang
	<i>N</i> <i>alpha</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i> <i>alpha</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
Wissenstest										S. 124, 143, XXIIXXX VIII
Aufgabe 1 ⁴⁸	N = 76	66 % ⁴⁹		N = 44	77 %		N = 61	69 %		
Aufgabe 2	N = 76	46 %		N = 44	23 %		N = 61	59 %		
Aufgabe 3	N = 76	63 %		N = 44	45 %		N = 61	70 %		
Aufgabe 4	N = 76	29 %		N = 44	84 %		N = 61	56 %		
Aufgabe 5	N = 76	29 %		N = 44	75 %		N = 61	25 %		
Aufgabe 6	N = 76	29 %		N = 44	59 %		N = 61	36 %		
Aufgabe 7	N = 76	26 %		N = 44	34 %		N = 61	67 %		
Aufgabe 8	N = 76	37 %		N = 44	75 %		N = 61	79 %		
Aufgabe 9	N = 76	25 %		N = 44	55 %		N = 61	74 %		
Aufgabe 10	N = 76	29 %		N = 44	74 %		N = 61	75 %		
SUMME	N = 76	3.79 ⁵⁰	1.79	N = 44	6.00	1.4 0	N = 61	6.10	1.47	

Tabelle 9: Deskriptive Statistik (Mittelwert und Standardabweichung) der erhobenen Fragebögen zu den verschiedenen Messzeitpunkten in der Gesamtstichprobe

2. Hypothese 1 & 2: Lernzeitpunkt und tiefenorientiertes Lernen

Zur Erinnerung die Hypothesen 1 und 2: Die Studierenden des *Inversen Moduls* lernen bereits während des Semesters die Inhalte der Veranstaltung und haben tiefenorientiert gelernt und somit ein Verständnis für den Stoff erlangt. Im Folgenden werden diese beiden Hypothesen geprüft.

Um die Effektivität der unterschiedlichen Veranstaltungsarten (*Inverses Modul* vs. Vorlesung) zu überprüfen, wird eine Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet. Hierbei wird zunächst der Summenscore des Wissenstests als abhängige Variable, als Prämessung (MZP T1) und zwei Postmessungen (MZP T2, T3) in der Analyse berücksichtigt. Auf

⁴⁸ Die Wissensaufgaben sind sich inhaltlich ähnlich.

⁴⁹ Prozent richtige Antworten

⁵⁰ Mittelwert: Summe der richtigen Antworten, zu erreichende Punktzahl 10

der y-Achse ist die maximal zu erreichende Punktzahl (10) aufgetragen, auf der x-Achse die drei Messzeitpunkte (→ Abbildung 9).

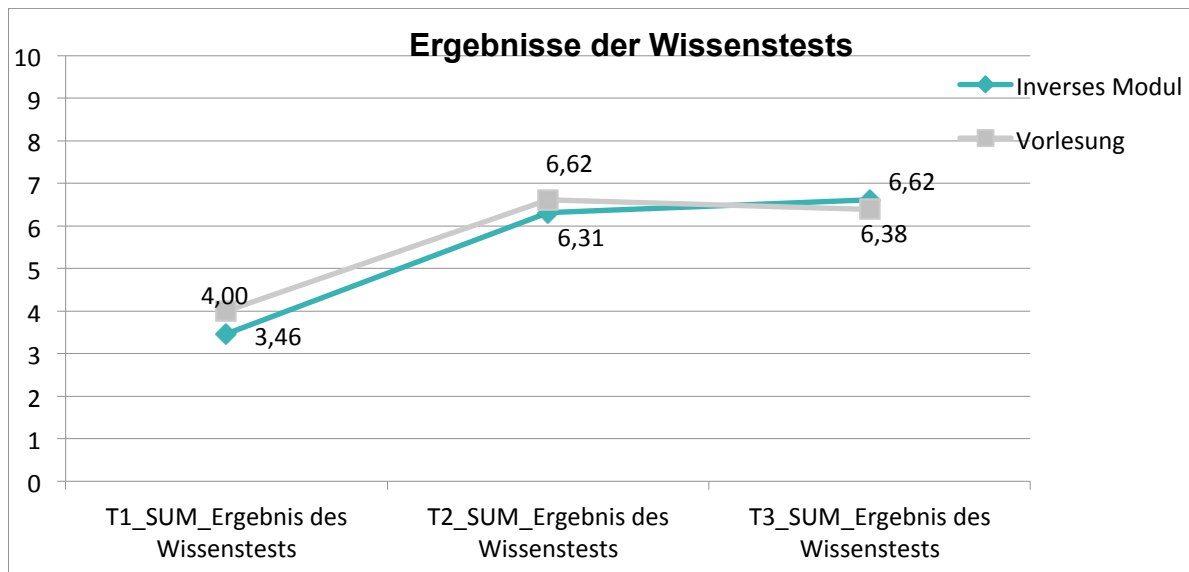


Abbildung 9: Mittelwertvergleich Wissenstests zwischen *Inversem Modul* und *Vorlesung*

Es liegt ein signifikanter Haupteffekt⁵¹ der Zeit vor ($F(2, 48) = 29.26$, $p < .001$, $\eta^2 = .55$), d.h. die Studierenden bewältigen den Wissenstest zu MZP T2 und T3 signifikant besser als zu T1. Die Studierenden des *Inversen Moduls* sind im Wissenstest zu T3 nur leicht besser als die Studierenden der Vorlesung. Allerdings liegt kein signifikanter Interaktionseffekt⁵² vor ($F(2, 48) = .45$, $p = .64$, $\eta^2 = .02$), sodass die Studierenden in beiden Veranstaltungsarten vergleichbare Erfolge erzielen. Die Effektstärke ($\eta^2 = .02$) gibt an, dass das bessere Abschneiden der Studierenden im *Inversen Modul* ein kleiner Effekt ist. Die Hypothese, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* bereits während des Semesters die Inhalte der Veranstaltung lernen, kann zwar bestätigt, muss aber insofern eingeschränkt werden, dass die Studierenden, die die Vorlesung besuchen, ebenfalls bereits während des Semesters die Inhalte lernen. Das *Inverse Modul* bietet an diesem Punkt weder einen Vor- noch einen Nachteil.

Um der Frage nachzugehen, ob die beiden dichotomen Variablen Veranstaltungsart (*Inverses Modul*/Vorlesung) und Ergebnisse der Wissensaufgaben (richtig/falsch) abhängig voneinander sind, wurde für die statistische Analyse der zweidimensionale Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Übertragen auf die vorliegende Untersuchung bedeutet dies, ob die

⁵¹ Man spricht von einem Haupteffekt, wenn die Wirkung einer unabhängigen Variablen nicht von andere(n) unabhängigen Variablen beeinflusst wird (vgl. Eid et. al 2010, S. 3).

⁵² Man spricht von einem Interaktionseffekt, wenn der Einfluss einer unabhängigen Variablen auf die abhängige von andere(n) unabhängigen Variablen beeinflusst wird (vgl. Eid et. al 2010, S. 3)

Studierenden die jeweilige Aufgabe richtig lösen, ist abhängig davon, an welcher Veranstaltungsart sie teilnahmen. In diesem Fall ist die Alternativhypothese anzunehmen. Die Nullhypothese – die Variablen hängen NICHT zusammen – bedeutet für diese Untersuchung die korrekte Lösung der Aufgabe ist unabhängig von der Teilnahme an einer bestimmten Veranstaltungsart.

Die Effektstärke des Chi-Quadrat-Tests wird durch den Phi-Koeffizienten angegeben, die Interpretation ist analog zum Eta-Quadrat (→ Kapitel V:5. Auswertungen).

Die Betrachtung auf der Aufgabenebene liefert interessante Ergebnisse. Die korrekte Lösung der Aufgabe 2 zum zweiten Messzeitpunkt (MZP T2) hängt davon ab, an welcher Veranstaltungsart die Studierenden teilnahmen ($\chi^2(1) = 3.89$, $p < .05$, $\Phi = .297$; Abbildung 10), d. h. im *Inversen Modul* konnten die Studierenden die Aufgabe 2 zum zweiten Messzeitpunkt seltener richtig lösen.

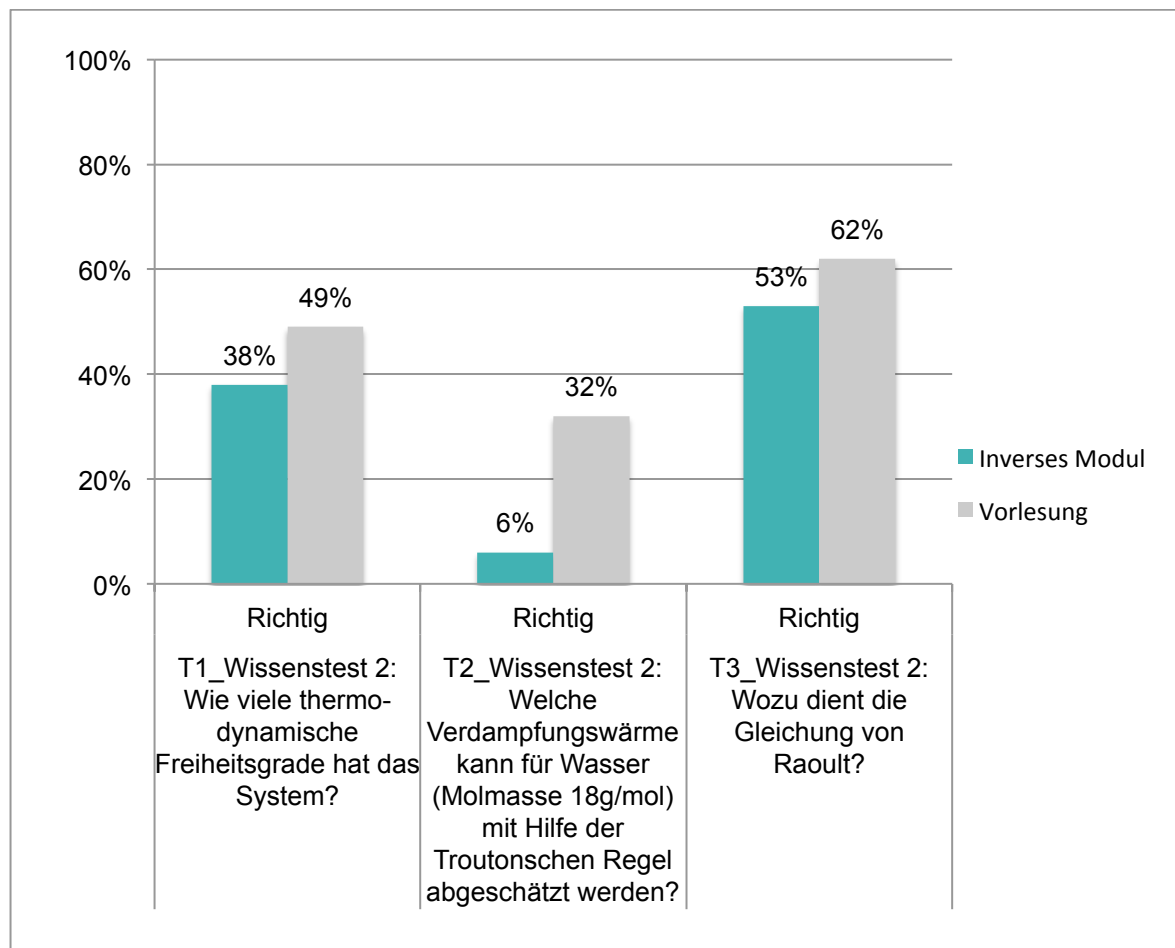


Abbildung 10 Anzahl der richtigen Antworten zu Aufgabe 2 zu den verschiedenen MZP in %

Zum MZP T2 müssen bei Aufgabe 2 Werte eingesetzt werden. Das schlechtere Abschneiden der Studierenden des *Inversen Moduls* könnte ein Hinweis darauf sein, dass für diese Art der Aufgaben die traditionelle Vorlesung inkl. Übung besser geeignet ist, um

die Studierenden auf diese Aufgabenart vorzubereiten. Übertragen bedeutet dies, das Lernziel und die Lernform passen besser zum Aufgabentyp der Aufgabe 2.

Des Weiteren lässt sich ein unterschiedliches Lösungsverhalten bei der Aufgabe 3 zum dritten Messzeitpunkt (MZP T3) zeigen. Auch hier hängt es davon ab, an welcher Veranstaltungsart die Studierenden teilnahmen ($\chi^2(1) = 4.78$, $p < .05$, $\Phi = .280$; Abbildung 11), d. h. die Studierenden im *Inversen Modul* konnten die Aufgabe 3 zum dritten Messzeitpunkt häufiger richtig lösen.

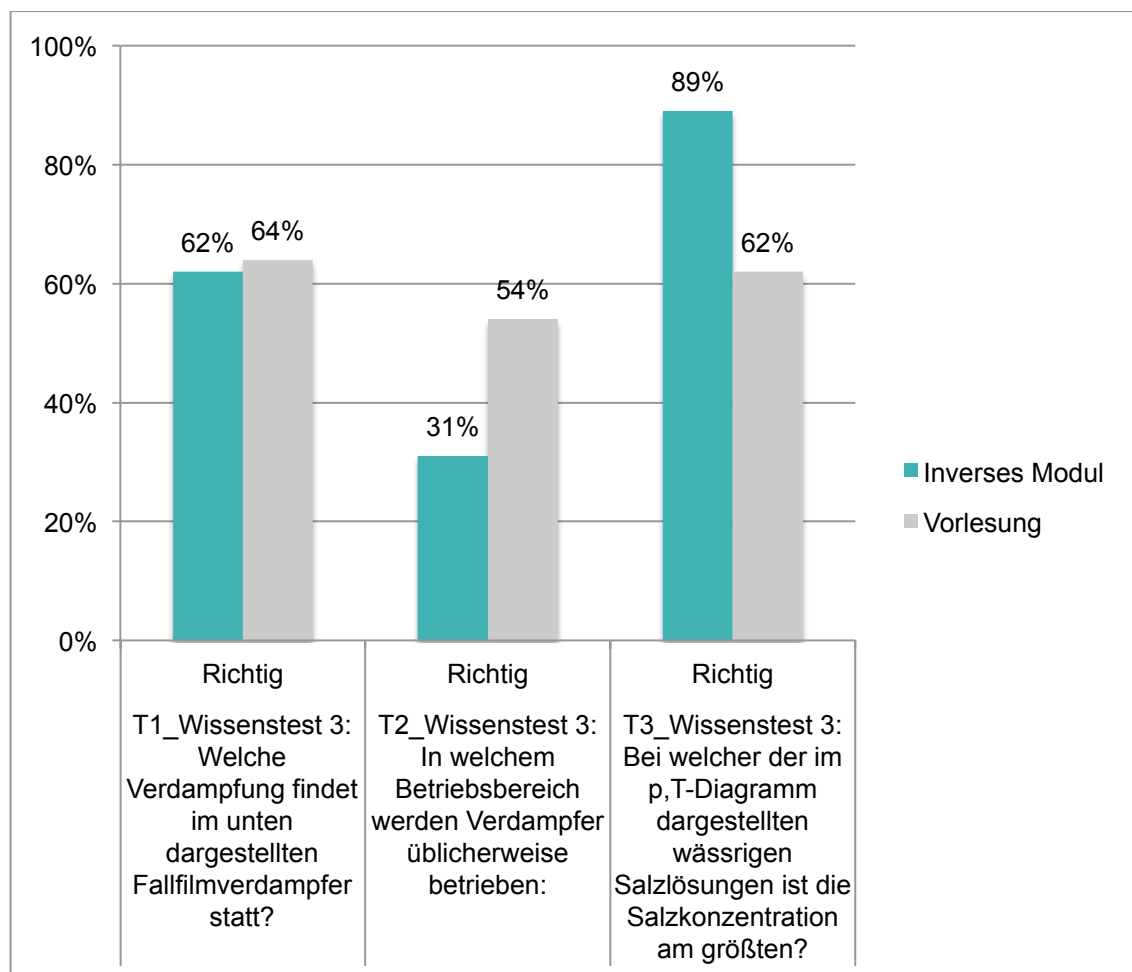


Abbildung 11: Anzahl der richtigen Antworten zu Aufgabe 3 zu den verschiedenen MZP in %

Auch bei der Aufgabe 5 ergibt sich zum dritten Messzeitpunkt (MZP T3) ein unterschiedliches Lösungsverhalten. Auch hier hängt es davon ab, an welcher Veranstaltungsart die Studierenden teilnahmen ($\chi^2(1) = 4.57$, $p < .05$, $\Phi = .274$; Abbildung 12), d. h. die Studierenden im *Inversen Modul* konnten die Aufgabe 5 zum dritten Messzeitpunkt wiederum häufiger richtig lösen. Bei diesen Aufgaben könnte äquivalent zur Aufgabe 2 zum MZP T2 davon ausgegangen werden, dass das Lernziel und die Lernform besser zu den Aufgaben passen.

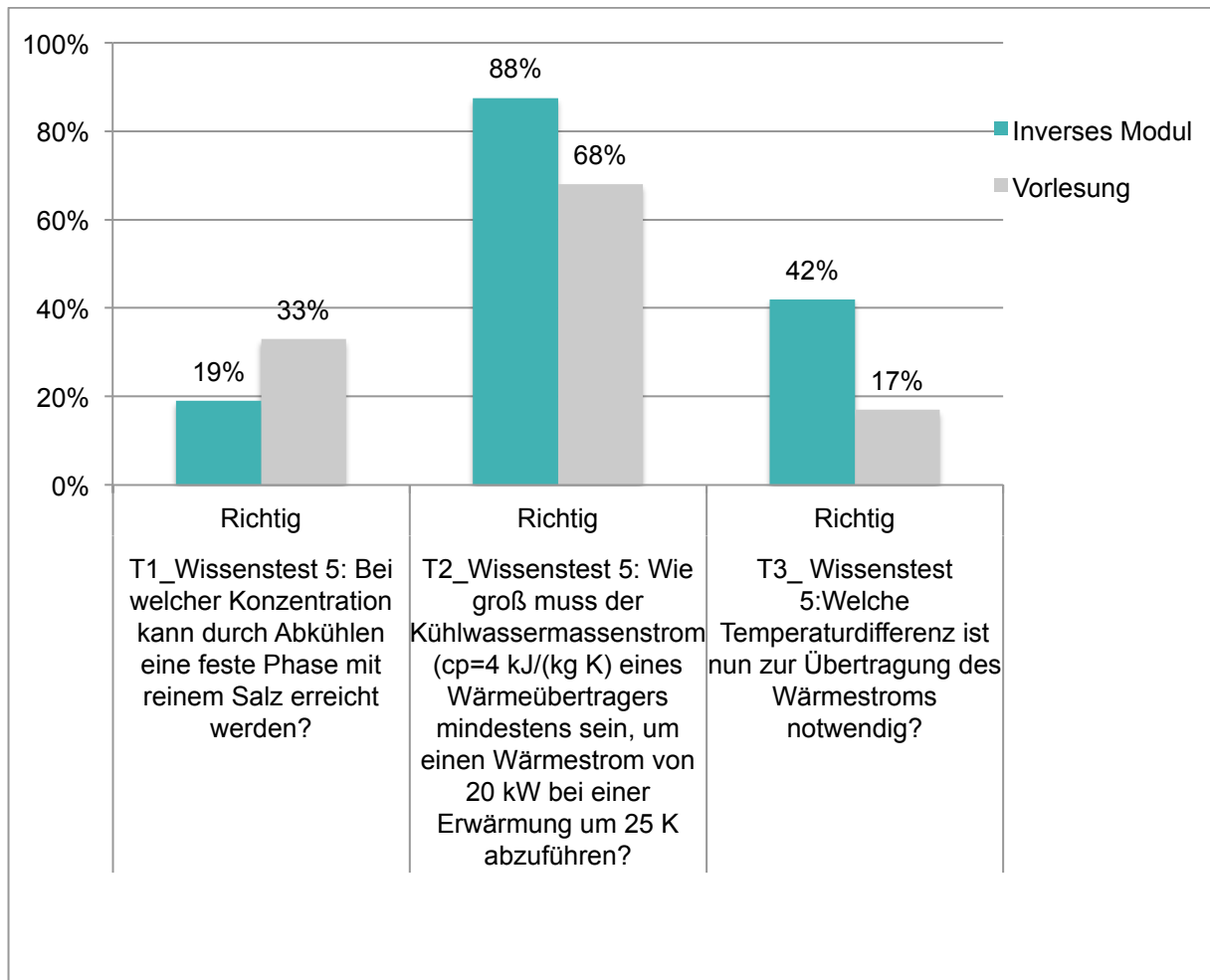


Abbildung 12: Anzahl der richtigen Antworten zu Aufgabe 5 zu den verschiedenen MZP in %

Diese beiden Aufgaben könnten einen Hinweis auf ein tiefenorientiertes Lernen der Studierenden des *Inversen Moduls* liefern, denn die bei beiden Aufgaben geforderte Abschätzung bzw. Interpretation erfordert ein tiefergehendes Verständnis. Diese Aufgaben sind Transferaufgaben. Tendenziell signifikant verbessert haben sich die Studierenden des *Inversen Moduls* im Wissenstest zum dritten Messzeitpunkt (MZP 3) bei zwei weiteren Aufgaben (6 und 10).

Die Hypothese 2, dass die Studierenden tiefenorientierter gelernt haben als ihre Kommilitonen aus der Vorlesung, kann über den Wissenstest nicht eindeutig nachgewiesen werden. Zwar liefern zwei Aufgaben (3 und 5) einen Hinweis darauf, ein Gesamteffekt lässt sich aber im Mittelwertvergleich nicht zeigen. Erklärungen hierfür könnte die Testreliabilität sein. Die Art der Aufgaben eignet sich nur bedingt zur Abfrage prozeduralen Wissens bzw. ist die Erstellung von Aufgaben, die das prozedurale Wissen erfragen ungleich schwieriger. Aufgaben im Single-Choice Verfahren, bergen zusätzlich die Wahrscheinlichkeit des Ratens (→ Kapitel V:4.1 Wissenstest).

3. Hypothese 3: Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung

Die Hypothese 3 lautete: Die Studierenden des *Inversen Moduls* sind zufriedener mit der Veranstaltung:

- a) Sie sind mit der Lehrperson zufriedener.
- b) Sie sind mit der Veranstaltungsgestaltung zufriedener.

Um die Zufriedenheit der Studierenden in den unterschiedlichen Veranstaltungsarten (*Inverses Modul* vs. Vorlesung) zu überprüfen, wird eine einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Faktor Veranstaltungsart als unabhängiger Variable und den Lehrevaluationsergebnissen als abhängiger Variable berechnet. Hierbei werden die 20 Items einzeln betrachtet⁵³, die ausführliche Einzelbetrachtung befindet sich im Anhang (→ Kapitel XI:1.3 Lehrveranstaltungsevaluation alle Items). An dieser Stelle werden lediglich die Items betrachtet, bei denen sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen *Inverses Modul* und Vorlesung zeigen (→ Tabelle 10).

	<i>Inverses Modul</i> (N = 18)		Vorlesung (N = 40)				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	F(1,57)	<i>p</i>	η^2
Der Lehrende gestaltet die Lehrveranstaltung lebendig und engagiert.	1.33	.49	2.35	1.03	15.93	.000***	.221
Der Lehrende versteht es, die Studierenden zu motivieren.	1.56	.62	2.45	.75	19.62	.000***	.259
Die Lehrveranstaltung regt zum Mitdenken an.	1.33	.77	2.36	.99	15.17	.000***	.216
Wortbeiträge seitens der Studierenden fanden regelmäßig Eingang in die Lehrveranstaltung.	1.06	.24	2.32	.96	29.80	.000***	.356
Es besteht ein guter Bezug zur Praxis.	1.28	.57	2.03	.90	10.36	.002***	.158

⁵³ Über die Items wird kein Summenscore gebildet, da sie keine Skalen bilden und verschiedene Dimensionen der Veranstaltung abbilden, z. B. die Beurteilung der Lehrperson oder die Einbeziehung der Studierenden. Mittelwerte, wurden gebildet, da den Antwortalternativen Zahlenwerte zugeordnet worden sind, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Abstände gleich sind.

	Inverses Modul (N = 18)		Vorlesung (N = 40)				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	F(1,57)	p	η^2
Der Lehrende ist freundlich, kooperativ und aufgeschlossen.	1.06	.24	1.54	.60	10.05	.003***	.157
Der Lehrende setzt Medien in angemessenem Umfang ein (z. B. Skripte, Folien, Power Point Präsentationen).	1.56	.70	2.21	.89	7.37	.009**	.118
Der Lehrende war außerhalb der Lehrveranstaltung in ausreichendem Maße zu erreichen und gesprächsbereit.	1.59	.71	2.18	.72	7.13	.011*	.142
Der Lehrende geht auf Fragen/Anregungen und Einwände ein.	1.06	.24	1.41	.64	5.20	.026*	.086
Die Bedeutung/der Nutzen der behandelten Themen wird vermittelt.	1.56	.62	2.03	.84	4.48	.039*	.075

Tabelle 10 Mittelwertunterschiede der Veranstaltungsbewertung getrennt nach Inversem Modul und Vorlesung (1 = stimme voll zu bis 5 = stimme nicht zu)

Insgesamt wird die Zufriedenheit im *Inversen Modul* signifikant positiver bewertet als die Vorlesung. Dies ist interessant, da es sich in beiden Fällen um die gleiche Lehrperson handelt.

Diese Gesamtbeurteilung durch die Studierenden ist ein deutliches, abschließendes Signal für die Zufriedenheit, die Akzeptanz und den Erfolg der Studierenden des *Inversen Moduls*.

Einige Items, in denen die Studierenden des *Inversen Moduls* auf den unterschiedlichen Signifikanzniveaus zufriedener sind, lassen sich dem veränderten Veranstaltungssetting zuordnen. Dazu zählen die Items:

- Die Bedeutung/der Nutzen der behandelten Themen wird vermittelt ($p = .039$),
- Es besteht ein guter Bezug zur Praxis ($p = .002$),
- Der Lehrende setzt Medien in angemessenem Umfang ein (...) ($p = .009$),
- Die Lehrveranstaltung regt zum Mitdenken an ($p = .000$),
- Wortbeiträge seitens der Studierenden fanden regelmäßig Eingang in die Lehrveranstaltung ($p = .000$).

Einige signifikante Unterschiede fallen allerdings aus der direkten Zuordnung zur Zufriedenheit mit der Veranstaltung heraus. Es handelt sich dabei um die Items:

- Der Lehrende geht auf Fragen/Anregungen und Einwände ein ($p = .026$),
- Der Lehrende ist freundlich, kooperativ und aufgeschlossen ($p = .003$),
- Der Lehrende gestaltet die Veranstaltung lebendig und engagiert ($p = .000$),
- Der Lehrende versteht es, die Studierenden zu motivieren ($p = .000$),
- Der Lehrende war außerhalb der Lehrveranstaltung in ausreichendem Maße zu erreichen und gesprächsbereit ($p = .011$),
- Der Lehrende setzt Medien in angemessenem Umfang ein (z. B. Skripte, Folien, Power Point Präsentationen) ($p = .009$).

Diese Items beschreiben die Wirkung des Lehrenden auf die Studierenden, den Eindruck, den die Studierenden im Laufe des Semesters vom Lehrenden gewinnen. Bemerkenswert ist diese Beurteilung insbesondere deshalb, weil es sich um die gleiche Lehrperson handelt, unabhängig von der Veranstaltungsart.

Abschließend wurde den Studierenden die Frage gestellt, welche Note sie der Veranstaltung geben. Die Auswahlvarianten waren 1.0; 1.3; 1.7; 2.0; 2.3; 2.7; 3.0; 3.3; 3.7; 4.0; 5.0) Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 aufgezeigt. Die Studierenden des *Inversen Moduls* sind hoch signifikant (1 % Signifikanzniveau) zufriedener mit der Lehrveranstaltung als die Studierenden der Vorlesung.

	<i>Inverses Modul</i> (N = 18)		Vorlesung (N = 40)				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i> (1,57)	<i>p</i>	η^2
In der Gesamtbeurteilung bewerte ich die Veranstaltung mit der Note	1.78	.52	2.24	.69	6.76	.012**	.111

Tabelle 11: Mittelwertunterschiede der Gesamtbeurteilung getrennt nach *Inversem Modul* und Vorlesung

Dieses Ergebnis ist auf dem 1 %-Niveau signifikant herauszustellen, da es dem an Hochschulen gängigen Notenspiegel entspricht. Die Studierenden werden innerhalb dieses Spektrums in ihren Prüfungen beurteilt, es ist ihnen also vertraut. Die mittlere Effektstärke ($\eta^2 = .111$) ist ein zusätzliches Indiz für die Belastbarkeit des Ergebnisses.

Die gleiche Lehrperson wirkt auf die Studierenden anders, je nachdem, welche Veranstaltungsform sie anbietet. In der an Aktivierung ausgerichteten Veranstaltung beurteilen die Studierenden sie signifikant besser.

Die Hypothese 3 kann nach der Auswertung der Veranstaltungsbewertung bestätigt werden. Die beiden Teilhypothesen, dass die Studierenden mit der Veranstaltungsart zufriedener sind und dass die Studierenden mit dem Lehrenden zufriedener sind ebenfalls. Wobei insbesondere das andere Erleben der Lehrperson heraussticht.

4. Hypothese 4: Lernstrategien (LIST)

Die Hypothese 4 lautete: Die Studierenden des *Inversen Moduls* verfügen nach der Veranstaltung über ein breiteres Repertoire an Lernstrategien (LIST).

Um die Unterschiede der Studierenden bzgl. der Lernstrategien vor und nach der Veranstaltung (zu MZP T1 und T3) in den unterschiedlichen Veranstaltungsarten (*Inverses Modul* vs. Vorlesung) zu überprüfen, wird eine einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Faktor Veranstaltungsart als unabhängiger Variable und den LIST-Summenscores der 11 Skalen als abhängigen Variablen berechnet (Wild & Schiefele 1994) (→ Tabelle 12).

Zunächst lässt sich feststellen, dass sich die Studierenden beider Lehrveranstaltungsarten zum ersten Messzeitpunkt (MZP T1) bis auf die LIST-Skala Studienkollegen ($F(1,76) = 9.275$, $p < .01$, $\eta^2 = .11$) nicht signifikant unterscheiden. D. h. von Beginn an arbeiten die Studierenden des *Inversen Moduls* häufiger mit Kommilitonen zusammen, als die Studierenden der Vorlesung.

Zum dritten Messzeitpunkt (MZP T3) unterscheiden sich die beiden Gruppen jetzt zusätzlich in der LIST-Skala Zusammenhänge/Elaboration signifikant voneinander ($F(1,76) = 5.62$, $p < .05$, $\eta^2 = .09$). Die mittlere Effektstärke betont die Belastbarkeit dieses Ergebnisses.

	<i>Inverses Modul</i> (N = 19)		Vorlesung (N = 42)				
	M	SD	M	SD	F (1,60)	p	η^2
T3_SUM_Organisation [Alpha = .82]	25.68	6.35	26.52	6.46	.22	.64	.004
T3_SUM_Zusammen- hänge/Elaboration [Alpha = .72]	28.95	5.61	24.98	6.24	5.62	.02*	.087
T3_SUM_Kritisches Prüfen [Alpha = .77]	21.21	6.43	20.19	5.11	.44	.51	.007
T3_SUM_Wiederholen [Alpha = .73]	19.89	4.95	21.71	5.65	1.46	.23	.024
T3_SUM_Anstrengung [Alpha = .74]	28.68	6.33	30.07	5.60	.74	.39	.012
T3_SUM_Konzen- tration [Alpha = .90]	17.68	4.31	16.60	4.79	.72	.40	.012
T3_SUM_Zeit- management [Alpha = .83]	11.53	3.53	12.69	3.92	1.22	.27	.020
T3_SUM_Lernum- gebung [Alpha = .71]	21.63	4.04	23.05	4.77	1.26	.27	.021
T3_SUM_Studien- kollegen [Alpha = .82]	26.05	4.50	20.79	6.91	9.21	.00***	.135
T3_SUM_Literatur [Alpha = .72]	14.05	3.22	13.71	3.47	.13	.72	.002
T3_SUM_Meta- kognitive Strategien [Alpha = .64]	38.63	6.87	38.52	6.74	.00	.95	.000

Tabelle 12: Mittelwertunterschiede der Lernstrategien (LIST) getrennt nach *Inversem Modul* und *Vorlesung* zu T3

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung kann den Haupteffekt der Zeit und den Interaktionseffekt zwischen Zeit und Veranstaltungsart überprüfen. Es liegt ein signifikanter Haupteffekt der Zeit mit einer mittleren Effektstärke bei der Lernstrategie Organisation vor

($F(1, 46) = 6.06$, $p < .05$, $\eta^2 = .12$), d.h. die Studierenden beider Veranstaltungsarten haben sich hinsichtlich der Organisation zu T3 verbessert (\rightarrow Tabelle 13). Allerdings liegt kein signifikanter Interaktionseffekt vor ($F(1, 46) = .18$, $p = .68$, $\eta^2 = .004$), sodass die Studierenden sich unabhängig von der Veranstaltungsart als besser organisiert einschätzen.

						Quelle der Varianz					
						Haupteffekte			Interaktionseffekt		
		T1		T3		Zeit			Zeit x Veranstaltungsart		
		M	SD	M	SD	df = 1	p	η^2	df = 1	p	η^2
Organisation	<i>Inverses Modul</i>	22.94	6.79	25.11	6.01	6.06	.02*	.116	.18	.68	.004
	Vorlesung	25.43	5.99	26.97	5.93						
Literatur	<i>Inverses Modul</i>	13.50	3.82	14.28	3.16	.11	.74	.002	5.44	.02*	.106
	Vorlesung	14.03	2.70	13.00	2.95						

Tabelle 13: Signifikante Mittelwertunterschiede der Lernstrategien (LIST) getrennt nach *Inversem Modul* und Vorlesung zu den MZP; Anmerkung: * $p < .05$; ** $p < .01$ und * $p < .001$.**

Für die Lernstrategie *Literatur* liegt kein signifikanter Haupteffekt vor ($F(1, 46) = .11$, $p = .74$, $\eta^2 = .002$), d. h. es gibt keinen Zeiteffekt. Allerdings liegt ein signifikanter Interaktionseffekt vor ($F(1, 46) = 5.44$, $p < .05$, $\eta^2 = .11$), sodass der Effekt mit einer mittleren Stärke davon abhängt, welche Lehrveranstaltungsart die Studierenden besuchen.

Schaut man sich alle Ergebnisse der Veränderungen der Lernstrategien im Vergleich *Inverses Modul* und Vorlesung an, so kann die Hypothese 4 nicht bestätigt werden. Dennoch lassen sich einige interessante Beobachtungen machen. Alle Studierenden schätzen sich zum Ende des Semesters als besser organisiert ein als zu Beginn des Semesters. Im Hinblick auf die Häufung der Prüfungen zum Ende des Semesters in vielen ingenieurwissenschaftlichen Fächern erscheint dies nicht nur logisch, sondern auch wünschenswert. Die Studierenden wissen vermutlich besser als zu Beginn des Semesters, was sie noch lernen müssen, um das Semester erfolgreich abzuschließen.

Auch wenn sich das Repertoire an Lernstrategien nicht umfänglich zu Gunsten der Studierenden des *Inversen Moduls* entwickelt, so lassen sich doch einige Verbesserungen

feststellen. Erfreulich sind insbesondere die Ergebnisse auf der Skala *Zusammenhänge/Elaborieren*.

Das Erfassen von Lernstrategien über handlungsferne retrospektive Fragebögen wird in der Literatur durchaus kritisch betrachtet (vgl. Krauß 2012, S. 34). Sie kann zu unpräzisen und verzerrten Einschätzungen führen (vgl. ebd.). Es ist demnach denkbar, dass über den hier eingesetzten Fragebogen nicht alle Veränderungen erfasst werden konnten.

5. Hypothese 5: Höhere Selbstwirksamkeitserwartung

Die Hypothese 5 lautete: Die Studierenden des *Inversen Moduls* haben nach dem Besuch der Veranstaltung eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung.

Um den Einfluss der unterschiedlichen Veranstaltungsarten (*Inverses Modul* vs. Vorlesung) auf die allgemeine Selbstwirksamkeit (SWE) über die Zeit zu überprüfen, wird eine Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet. Hierbei wird zunächst der Mittelwert der Selbstwirksamkeitserwartung als abhängige Variable, als Prämessung (MZP T1) und Postmessung (MZP T3) in der Analyse berücksichtigt. Die Abbildung 13 zeigt die Mittelwerte der Selbstwirksamkeit zu den Messzeitpunkten.

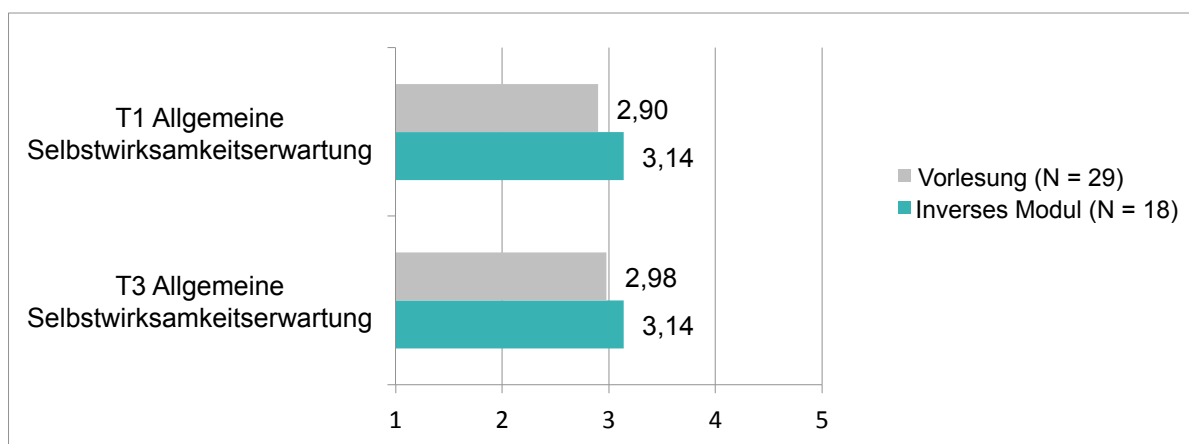


Abbildung 13: Mittelwertvergleich bzgl. Selbstwirksamkeitserwartung zwischen den beiden Veranstaltungsarten und den zwei Messzeitpunkten

Es gibt keinen Haupteffekt der Zeit ($F(1,45) = 0.86$, $p = .36$, $\eta^2 = .02$). Und auch die Wechselwirkung zwischen Zeit und Veranstaltungsart ist nicht signifikant ($F(1,45) = .86$, $p = .36$, $\eta^2 = .02$).

Die Hypothese 5 kann also nicht bestätigt werden. Nach dem Besuch des *Inversen Moduls* haben die Studierenden keine bessere Selbstwirksamkeitserwartung als ihre Kommilitonen und Kommilitoninnen aus der Vorlesung.

6. Hypothese 6: Bessere Prüfungsergebnisse

Hypothese 6 lautete: Die Studierenden des *Inversen Moduls* schneiden in den Prüfungen besser ab.

Um diese Hypothese zu prüfen, wird geklärt, ob sich die Unterschiede zwischen dem *Inversen Modul* und der Vorlesung in den Prüfungsergebnissen niederschlagen. Hierfür wird eine einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Faktor Veranstaltungsart als unabhängige Variable und dem Prüfungsergebnis als abhängige Variable berechnet. Die Studierenden des *Inversen Moduls* ($M = 1.78$, $SD = .46$) schneiden signifikant besser in der Prüfung ab als die Studierenden der Vorlesung ($M = 2.36$, $SD = 1.00$; $F(1,44) = 5.15$, $p < .05$, $\eta^2 = .11$). Das Ergebnis ist auf dem 5 %-Niveau signifikant, es handelt sich um einen mittleren Effekt. Die Hypothese, dass die Studierenden besser in der Prüfung sind, kann also bestätigt werden.

7. Hypothese 7 & 9: Eingesetzte Lernzeit

Die Hypothese 7 lautete: Die Studierenden des *Inversen Moduls* müssen weniger Zeit auf die Prüfungsvorbereitung verwenden. Hypothese 9: Die Studierenden des *Inversen Moduls* verwenden während des Semesters mehr Zeit auf die Veranstaltung.

Erfragt wurde der Zeitaufwand zu MZP 3 im Rahmen der Lehrveranstaltungsevaluation. Um zu überprüfen, ob die Studierenden des *Inversen Moduls* signifikant weniger Vorbereitungsaufwand haben als diejenigen der Vorlesung, wird der Kontingenzkoeffizient (C) berechnet. Der Kontingenzkoeffizient wird hier als Zusammenhangsmaß zwischen den beiden Variablen Veranstaltungsart (nominalskaliert) und Vorbereitungsaufwand (ordinalskaliert) verwendet.

Der wöchentliche Zeitaufwand hängt von der Veranstaltungsart ab, diese Abhängigkeit wird nur tendenziell⁵⁴ signifikant ($C = .36$, $p < .10$), d.h. die Studierenden des *Inversen Moduls* wenden pro Woche mehr Zeit auf als die Studierenden, die die Vorlesung besuchen. Denkbar ist ein Zusammenhang zwischen dem höheren Zeitaufwand und den besseren Ergebnissen in der Prüfung, der aber nicht belegt werden kann.

Bei der Prüfungsvorbereitung ergab sich keine Abhängigkeit der Veranstaltungsart zur zeitlichen Aufwendung ($C = .15$, $p = .87$).

Dass die Studierenden des *Inversen Moduls* bereits während des Semesters mehr Zeit auf die Inhalte verwenden, kann (zumindest in der Tendenz) belegt werden (→ Abbildung 14). Keiner der Studierenden des *Inversen Moduls* gibt an, sich außerhalb der Veranstaltungszeit überhaupt nicht mit den Inhalten der Veranstaltung auseinanderzusetzen. Ganz

⁵⁴ Das Signifikanzniveau liegt unter 10 %.

im Gegensatz dazu geben immerhin 12 Studierende der Vorlesung an, dass sie sich gar nicht mit den Inhalten der Veranstaltung auseinandersetzen.

In den Kommentaren der Studierenden zum *Inversen Modul* wird die zeitliche Belastung benannt, die die Studierenden empfinden, z. B.:

„Leider war es wegen Zeitmangel nicht möglich, sich mehr auf die Vorlesung [Anmerkung der Verfasserin: Gemeint ist das *Inverse Modul*] vorzubereiten (z. B. Hausaufgaben). An sich ist das Konzept aber gut – nur vielleicht nicht als Pflichtfach, da man dann keine Wahl hat.“

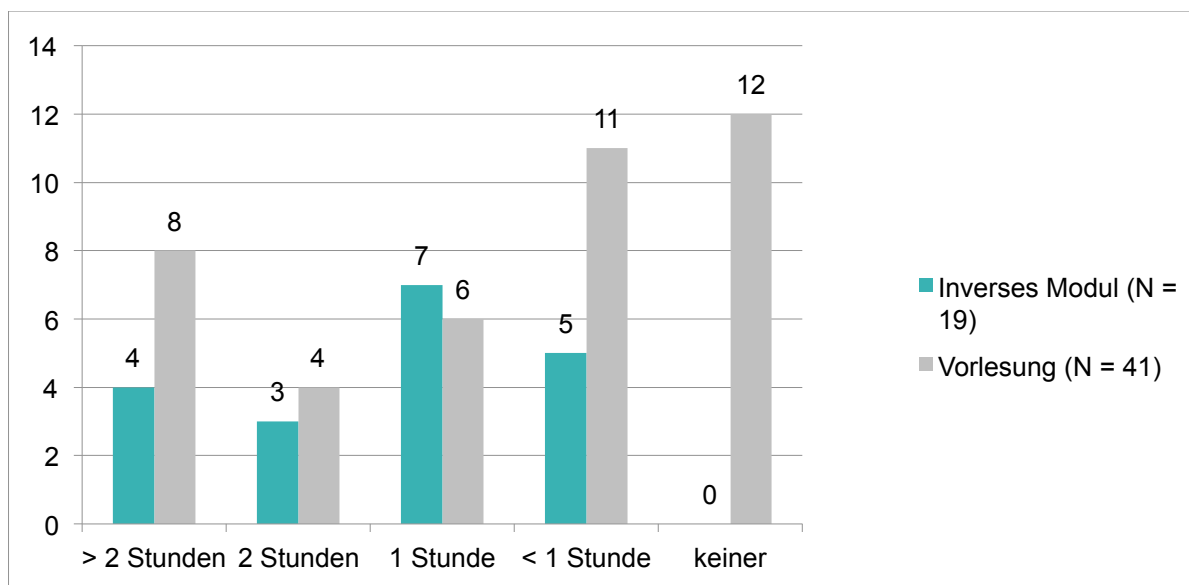


Abbildung 14: Wöchentlicher Zeitaufwand

Die Hypothese, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* nicht mehr so viel Zeit dafür aufbringen müssen, um sich auf die Prüfung vorzubereiten, kann nicht bestätigt werden. Die Studierenden des *Inversen Moduls* schätzen den Zeitaufwand für die Prüfung genauso hoch ein, wie die Studierenden der Vorlesung. Auch diese Einschätzung findet sich in den Kommentaren der Studierenden zur Veranstaltung wieder.

„Das *Inverse Modul* ist eine gute Idee und ein guter Versuch, Alternativen zur VL aufzutun. Jedoch hilft es für die Klausur nicht wirklich, weil alle Rechnungen auf Grundlage der Üb. gestellt werden, die nicht besucht werden konnte, weil sich diese mit dem IM überschneidet. Der fachliche Wissenszugewinn war gut und wahrscheinlich besser als in der VL, aber die Zeit, die man jetzt braucht, um die Üb. aufzuarbeiten, ist deutlich höher als bei den Studenten der norm. Veranstaltung. Wirklich effektiv wäre das IM, wenn die Leistungen (HA, Projekt, Vorträge) bewertet würden und so die Klausur ersetzt würde. Dann würden sich viele Studenten freiwillig zu IM melden weil die Arbeit für das Fach aufs Semester verteilt.“

Aber so wie das IM stattgefunden hat, bringt es für die Klausur eher wenig (Rechenteil), Fragenteil bleibt abzuwarten. Alles in allem eine gute Veranstaltung, nur Anbindung zur Prüfung ist nicht wirklich gelungen und bedeutet im Nachhinein doppelte Arbeit.“

Tatsächlich konnte den Studierenden im *Inversen Modul* nicht verdeutlicht werden, dass sie weniger Zeit für die Vorbereitung auf die Prüfung benötigen werden. Außerdem haben die Studierenden des *Inversen Moduls* daran gezweifelt, dass sie ebenso wie ihre Kommilitoninnen und Kommilitonen aus der Vorlesung alle Übungen, die der Prüfungsvorbereitung dienten, gerechnet haben, so dass sie den Aufwand für die Vorbereitung auf die Prüfung als genauso hoch einschätzen, wie ihre Kommilitoninnen und Kommilitonen aus der Vorlesung.

8. Hypothese 8: Prüfungsvorbereitung in Lerngruppen

Die Hypothese 8 lautete: Die Studierenden des *Inversen Moduls* arbeiten für die Prüfungsvorbereitung häufiger in Lerngruppen. Die Hypothese 8 wurde zu MZP T3 im Rahmen der Veranstaltungsbewertung erfasst. Die formulierten Items lauteten:

- Ich werde für die Prüfung in einer Lerngruppe arbeiten.
- Die Lerngruppe setzt sich aus Studienkollegen zusammen, die mit mir die Veranstaltung besuchen.
- Auch Studienkollegen aus der Parallelveranstaltung sind in meiner Lerngruppe.

Zur Prüfung der Hypothese wird der Chi-Quadrat-Test bzgl. der Zusammensetzung der Lerngruppen in Abhängigkeit der Veranstaltungsart verwendet.

Ob die Studierenden eine Lerngruppe mit ihren Kommilitonen bilden, ist abhängig von der Veranstaltungsart, die sie besuchen ($\chi^2(1) = 6.18$, $p < .05$, $\Phi = .34$). Die Studierenden des *Inversen Moduls* arbeiten häufiger in Lerngruppen.

Es hängt davon ab, in welcher Veranstaltungsart die Studierenden sind, ob sie sich mit Kommilitonen aus der eigenen Veranstaltung treffen ($\chi^2(1) = 5.27$, $p < .05$, $\Phi = .33$). Die Studierenden des *Inversen Moduls* arbeiten häufiger mit Kommilitonen zusammen, die wie sie das *Inverse Modul* besuchen, als die Studienkolleginnen und Studienkollegen der Vorlesung.

Ob auch Kommilitonen aus der Parallelveranstaltung in der Lerngruppe sind, ist unabhängig von der Veranstaltungsart ($\chi^2(1) = 3.38$, $p = .07$, $\Phi = .27$). D. h. wenn sich eine Lerngruppe gebildet hat, kommt es sowohl bei den Studierenden der Vorlesung als auch bei denen des *Inversen Moduls* vor, dass Studierende aus der Parallelveranstaltung Teil der Lerngruppe sind.

Die Hypothese 8 kann bestätigt werden. Einschränkend muss allerdings gesagt werden, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* bereits zu Beginn des Semesters signifikante Unterschiede in der LIST-Skala *Studienkollegen* aufweisen (→ Kapitel VI:4. Hypothese 4: Lernstrategien (LIST)).

9. Interkorrelationen

Nachfolgend werden die Zusammenhänge zwischen den Variablen in Interkorrelationstabellen aufgezeigt.

Die Tabelle ist so aufgebaut, dass es einen Teil oberhalb und einen Teil unterhalb der grau markierten Kästchen gibt. Am Beispiel der Tabelle 14 ist oberhalb der grau markierten Kästchen die Vorlesung aufgetragen unterhalb das *Inverse Modul*. In den Zeilen sind die Skalen durchnummeriert aufgelistet. Die Nummern in den Spalten entsprechen den Skalennummern in den Zeilen. So zeigt beispielsweise die Spalte mit der Nummer 1 und die Zeile mit der Nummer 2 den Zusammenhang zwischen den Skalen Organisieren und Zusammenhänge herstellen in der Vorlesung auf. Die signifikanten Werte in der Tabelle sind markiert, sie werden im Folgenden auszugsweise dargestellt.

Nachfolgend werden einige entdeckte Zusammenhänge aufgezeigt (→ Tabelle 14). Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen der Teilstichproben zu MZP T1 nach Vorlesung und *Inversem Modul* getrennt sowie gemeinsam zu T1 und T3 befinden sich im Anhang (→ Kapitel XI:1.5 Interkorrelationen).

Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen zu MZP T3

		<i>Inverses Modul</i> (N = 19)		Interkorrelationen													Vorlesung (N = 42)	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	T3_SUM_Organisation (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .82]	25.68	6.35	(.81)	.23	.15	.46**	.60**	-.04	.54***	.56***	.37*	.24	.57***	-.25	.19	26.52	6.46
2	T3_SUM_Zusammenhänge/Elaboration (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .72]	28.95	5.61	-.13	(.89)	.56***	.13	.23	-.03	.27	.42**	.31*	.05	.44**	-.04	.17	24.98	6.24
3	T3_SUM_Kritisches Prüfen (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .77]	21.21	6.43	.05	.80***	(.83)	.02	.18	-.20	.42**	.35*	.24	.16	.32*	-.04	.34*	20.19	5.11
4	T3_SUM_Wiederholen (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .73]	19.89	4.95	.68*	.14	.30	(.81)	.51*	.09	.35*	.55***	.08	.13	.45**	-.13	.06	21.71	5.65
5	T3_SUM_Anstrengung (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .74]	28.68	6.33	.50*	.00	.35	.58	(.79)	-.18	.45**	.79***	.27	.12	.68***	.20	.24	30.07	5.60
6	T3_SUM_Konzentration (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .90]	17.68	4.31	-.35	.38	.20	-.04	-.22	(.91)	-.23	-.14	.10	-.31*	-.01	-.10	-.18	16.60	4.79
7	T3_SUM_Zeitmanagement (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .83]	11.53	3.53	.23	.25	.36	.34	.54*	-.19	(.84)	.54***	.26	-.03	.28	-.21	.28	12.69	3.92
8	T3_SUM_Lernumgebung (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .71]	21.63	4.04	.31	.14	.33	.18	.50*	-.13	.71**	(.74)	.33*	.11	.73***	.22	.13	23.05	4.77
9	T3_SUM_Studienkollegen (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .82]	26.05	4.50	.25	-.17	-.05	.28	.30	-.14	-.12	-.15	(.88)	.26	.55***	-.07	-.13	20.79	6.91
10	T3_SUM_Literatur (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .72]	14.05	3.22	.42	.14	.51*	.25	.58*	-.17	.44	.47*	.05	(.79)	.24	-.14	.06	13.71	3.47
11	T3_SUM_Metakognitive Strategien (Wild & Schiefele, 1994)	38.63	6.87	.68*	.27	.41*	.55*	.74**	-.10	.53*	.49*	.44	.46*	(.72)	.12	.03	38.52	6.74

	[Alpha = .64]																	
12	T3_MW_Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (Jerusalem & Schwarzer, 1981, rev. 1999) [Alpha = .78]	3.15	.40	.34	-.19	-.03	.37	.29	-.54*	.05	.02	.31	-.16	.28	(.84)	-.11	2.99	.40
13	T3_SUM_Ergebnis des Wissenstests	6.47	1.50	.34	-.03	.02	.18	.07	.02	.06	-.02	-.25	.33	.14	-.13		5.93	1.44

Tabelle 14: Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen der Gesamtstichprobe (N = 76) zu T3

Anmerkung: *** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.001 (2-seitig), ** 0.01 (2-seitig) und * 0.05 (2-seitig) signifikant. In der Hauptdiagonalen stehen die Reliabilitäten der Skalen in Klammern.

Schaut man in den Interkorrelationen auf die Unterschiede zwischen den Studierenden des *Inversen* Moduls und denen der Vorlesung werden ebenfalls einige Befunde signifikant (→ Tabelle 14, S. 141; Kapitel XI:1.5 Tabelle 17).

Bereits zu MZP T1 besteht ein Zusammenhang zwischen der allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung und dem Kritischem Prüfen ($r = .49$, $p < .05$) bei den Studierenden des *Inversen Moduls*, während dieser Zusammenhang bei den Studierenden der Vorlesung nicht signifikant wird ($r = .23$, $p > .05$). Die Studierenden des *Inversen Moduls*, die häufiger kritisch prüfen, haben eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung.

Zu MZP T3 werden ebenfalls zwei interessante Korrelationen signifikant (→ Tabelle 14). Die Studierenden der Vorlesung sind zu MZP T3 besser im Wissenstest, je mehr sie das Kritische Prüfen anwenden ($r = .34$, $p < .05$). Außerdem gibt es zu MZP T3 einen negativen Zusammenhang bei den Studierenden des *Inversen Moduls* zwischen den Skalen Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung und Konzentration ($r = -.54$, $p < .05$). D. h. die Studierenden, die sich laut eigenen Angaben leicht ablenken lassen, haben eine schlechtere allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung.

Die Ergebnisse, die in diesem Kapitel vorgestellt und teilweise bereits andiskutiert worden sind, werden im folgenden Kapitel weiter vertieft und zusammengefasst.

Kapitel VII: Diskussion und Zusammenfassung

Im *Inversen Modul* wurden wie beschrieben die Erkenntnisse der Lehr-/ Lernforschung umgesetzt. Dabei wurde vor allem auf die Aktivierung der Studierenden fokussiert. Aus den Ergebnissen der begleitenden Evaluation können einige Rückschlüsse auf die Umsetzbarkeit der Erkenntnisse gezogen werden. Diese wurden z. T. schon in der Hypothesenprüfung angesprochen und werden in diesem Kapitel vertieft. Zusätzlich werden Konsequenzen für die weitere Forschung diskutiert, eine Schlussbemerkung beendet die Arbeit.

1. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der begleitenden Evaluation sind ein guter Indikator für den Erfolg der Maßnahmen. Die wichtigsten Erkenntnisse werden in diesem Punkt erläutert und diskutiert. Der Abschnitt betrachtet die Auswirkungen des *Inversen Moduls* auf das Lernen, die Zufriedenheit der Studierenden mit der Veranstaltung, die Lernstrategien und die Selbstwirksamkeit.

Um die Auswirkungen in ein Verhältnis setzen zu können, werden an dieser Stelle noch einmal kurz die wichtigsten Änderungen und die gleichbleibenden Variablen der vorliegenden Untersuchung erwähnt. Das *Inverse Modul* und die Vorlesung wurden vom gleichen Lehrenden, im gleichen Zeitraum, mit dem gleichen zeitlichen Umfang der Präsenzlehre angeboten. Die fachwissenschaftlichen Themen und deren Umfang waren ebenfalls gleich. Im *Inversen Modul* wurden die Lernenden konsequent aktiviert, die Inhalte an Kontexte angebunden und die Studierenden in die Verantwortung für ihren Lernprozess genommen. Das *Inverse Modul* war studierendenzentriert ausgerichtet, wohingegen die Vorlesung im lehrendenzentrierten Stil ausgerichtet war.

1.1 Auswirkungen auf das Lernen

Die Auswirkungen auf das Lernen der Studierenden sind in der vorliegenden Untersuchung an verschiedenen Punkten erkennbar. Die im Kapitel II: Lernen junger Erwachsener erörterten Einflussgrößen auf das Lernen wurden nicht gezielt untersucht, sondern dienten lediglich als Planungsgrundlage des *Inversen Moduls*. Rückschlüsse auf die Motivation und das Interesse aus den Ergebnissen der begleitenden Untersuchung auf die Einflussgrößen sind auf interpretierender Ebene möglich.

Für das **Lernen** ist es von entscheidender Bedeutung, dass Lernende sich aktiv mit dem Lernstoff auseinandersetzen. Eigene Erfahrungen und das aktive Tun sind für die Entste-

hung von Fertigkeiten unverzichtbar. Die Verknüpfung von Wissensgebieten und die Integration neuen Wissens in das Vorwissen spielen für das Lernen eine wichtige Rolle (vgl. Steiner 2006, S. 171). Im *Inversen Modul* wurde jeder neue Inhalt in Alltagskontexte eingebunden, um das Lernen und die Motivation zu unterstützen. Die Studierenden des *Inversen Moduls* lernten im Veranstaltungsverlauf ebenso viel wie die Studierenden der Vorlesung. Im durchgeführten Wissenstest (→ Kapitel VI:2.

Hypothese 1 & 2: Lernzeitpunkt und tiefenorientiertes Lernen) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, obwohl die Studierenden des *Inversen Moduls* in einigen Aufgaben besser abschnitten, als die Studierenden der Vorlesung. In der abschließenden Prüfung zum Semesterende schnitten die Studierenden des *Inversen Moduls* dann signifikant besser ab, als die Studierenden der Vorlesung (→ Kapitel VI:6. Hypothese 6: Bessere Prüfungsergebnisse). Dies könnte daran liegen, dass das Format der Prüfung besser als die Single-Choice Aufgaben des Wissenstests dazu geeignet sind, ein tiefenorientiertes Verständnis zu erfragen. Im Rahmen der Prüfung konnten die Studierenden in Aufgaben u. a. ihr Wissen auf neue Problemstellungen anwenden und diese Anwendung begründen, was im Wissenstest nicht so ausführlich möglich war.

Insbesondere im Hinblick darauf, dass die Note der Prüfung in das Zeugnis der Studierenden Eingang findet, ist dieser signifikante Unterschied ein entscheidender Erfolg für die Umstrukturierung der Veranstaltungsart in ein stärker selbstgesteuertes kontextorientiertes Lernmodul.

Noten sind das gängige Maß der Messung der Lerngüte an Hochschulen und spielen eine große Rolle für die Studienerfolgswahrnehmung der Studierenden. Durch die Bologna-Reform legen die Studierenden im Verlauf ihres Studiums Prüfungen ab, die im Zeugnis mit einer Note aufgeführt sind, was die Menge an dokumentierten Noten steigert.

In Vorlesungen findet bislang nur ein geringer Teil des aktiven Lernens statt (vgl. Wild & Wild 2001, S. 19). Im *Inversen Modul* wurde die aktive Lernzeit in die Veranstaltungszeit integriert. Auch das begleitete Selbststudium (→ Kapitel II:6.2 Selbststudium) wurde im *Inversen Modul* stärker angeleitet, was dazu geführt hat, dass die Studierenden mehr Zeit mit den Inhalten verbracht haben (→ Kapitel VI:7. Hypothese 7 & 9: Eingesetzte Lernzeit). In der Untersuchung des wöchentlichen Zeitaufwandes der Studierenden ergab sich, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* tendenziell mehr Zeit pro Woche für die Veranstaltung aufwenden. Keiner der Studierenden des *Inversen Moduls* gab an, sich außerhalb der Veranstaltungszeit überhaupt nicht mit den Inhalten zu beschäftigen. Diese Ergebnisse und Unterschiede sind allerdings nicht signifikant. Denkbar wäre, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* das Projekt und die dafür eingesetzte Zeit nicht als Vor- oder Nachbereitung der Veranstaltung verstanden haben. Für diese These sprechen

einige Aussagen in den freien Kommentaren, nach denen das Inverse Modul viel Zeit in Anspruch nimmt (→ Kapitel XI:2. Freitextkommentare).

Untersuchungen zum Zusammenhang von Lernerfolg und durchschnittlichem wöchentlichen Zeitaufwand können jedoch keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen Erfolg und eingesetzter Lernzeit nachweisen: Der Lernerfolg hängt einerseits nicht von der eingesetzten Lernzeit ab (vgl. Boerner et al. 2005, S. 24). Streblow und Schiefele (2006) kommen hingegen andererseits zu der Schlussfolgerung, dass die Anstrengung und die Zeit eine zentrale Rolle beim Lernen im Studium spielen (vgl. Mandl & Friedrich 2006, S. 16).

Im *Inversen Modul* wurde das **Interesse** nicht gezielt untersucht, obwohl Maßnahmen zur Interessensteigerung ergriffen worden sind.

Interesse ist für das Lernen bedeutsam. Interessensteigernd sind solche Lernsituationen, die nicht oder nur wenig vorgegeben sind (vgl. Krapp 2006, S. 284). Im *Inversen Modul* wurden verschiedene Aufgabenstellungen mit unterschiedlichem Freiheitsgrad gestellt. Beim Stationenlernen beispielsweise konnten die Studierenden selbst entscheiden, wie lange sie mit einer Aufgabe verbringen und in welcher Reihenfolge sie vorgehen. Die Projektaufgabe konnte selbständig ausgestaltet und bearbeitet werden. Jede Kleingruppe hatte am Ende eine etwas andere Vorgehensweise gewählt. Autonomieunterstützung fand so regelmäßig Eingang in das *Inverse Modul*.

Das Interesse wird außerdem durch eine hohe Lernendenzentrierung und ein geringes Ausmaß an Leistungs- und Sozialdruck gefördert (vgl. Krapp 2006, S. 287). Im *Inversen Modul* wurde die gesamte Planung studierendenzentriert vorgenommen. Dies war sicherlich der größte handlungsleitende Unterschied zur Vorlesung.

Interessenorientierte Tätigkeiten führen häufig zum Gebrauch elaborativer Lernstrategien (vgl. z. B. Schiefele 1991, S. 311). Dass die Studierenden des *Inversen Moduls* am Ende des Semesters signifikant häufiger elaborative Lernstrategien einsetzen als zu Beginn des Semesters, kann ein Hinweis auf ein vermehrtes Interesse der Studierenden sein (→ Kapitel VII:1.3 Auswirkungen auf Lernstrategien).

Durch positive Emotionen wird das Interesse einer Person an einem Gegenstand oder Lernobjekt deutlich (vgl. Prenzel et al. 2000, S. 13). Positive Emotionen im eigentlichen Sinne lassen sich aus der Untersuchung nicht ableiten. Die Studierenden des *Inversen Moduls* sind zufriedener mit der Veranstaltung, was ein Hinweis auf positive Emotionen gegenüber den Inhalten sein könnte (→ Kapitel VII:1.2 Auswirkungen auf die Zufriedenheit).

Interesse beeinflusst die **Motivation** (vgl. Krapp 1992, S. 41; Schiefele 1992, S. 112). Auch die Motivation wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht gesondert untersucht. Für die Förderung und Erhaltung der Motivation sind verschiedene Punkte hilfreich, die im Kapitel Motivation ausführlich erläutert wurden, an dieser Stelle auszugsweise wiederholt und mit dem *Inversen Modul* in Verbindung gebracht werden:

1. die Bedeutsamkeit des Inhaltes (z. B. Kontexte),
2. die wahrnehmbare Qualität der Lehre (z. B. Strukturiertheit),
3. das Interesse des Lehrenden an den Inhalten (z. B. Enthusiasmus),
4. die soziale Eingebundenheit des Lernenden (z. B. kooperatives Arbeiten),
5. die Kompetenzunterstützung durch den Lehrenden und die Lernumgebung (z. B. Feedback) (vgl. Seel 2003, S. 87).

Laut Seel (2003) ist die Bedeutsamkeit des Inhaltes entscheidend für die Motivation. In der Lehrveranstaltungsevaluation beurteilen die Studierenden des *Inversen Moduls* das Item „Die Bedeutung/der Nutzen der behandelten Themen wird verdeutlicht,“ signifikant besser als die Studierenden der Vorlesung (*Inverses Modul* $M = 1.56$; Vorlesung $M = 2.03$; $p = .038$).

Ebenfalls postuliert Seel (2003), dass die wahrgenommene Lehrqualität einen Einfluss auf die Motivation hat. Zwar nehmen die Studierenden des *Inversen Moduls* die Veranstaltung in der abschließenden Veranstaltungs-evaluation nicht strukturierter wahr als ihre Kommilitonen aus der Vorlesung, dennoch beurteilen sie die Veranstaltung insgesamt signifikant besser, als die Studierenden der Vorlesung (*Inverses Modul* $M = 1.78$; Vorlesung $M = 2.24$; $p = .012$) (→ Kapitel VII:1.2 Auswirkungen auf die Zufriedenheit)⁵⁵.

Um überhaupt mit dem Lernen zu beginnen, müssen die Lernenden wissen, was der Mehrwert des Lernens ist. Hierfür können Lehrende ein Vorbild sein, z. B. indem sie ihren Enthusiasmus transportieren (vgl. Biggs & Tang 2011, S. 55). Der Enthusiasmus des Lehrenden kann u. a. an dem Item „Der Lehrende gestaltet die Lehrveranstaltung lebendig und engagiert“ festgemacht werden (*Inverses Modul* $M = 1.33$; Vorlesung $M = 2.35$; $p = .000$).

Die von Seel (2003) als Einflussgröße beschriebene soziale Eingebundenheit der Lernenden wurde im *Inversen Modul* durch den Einsatz verschiedener Lernmethoden unterstützt (→ Kapitel IV:3. Methodeneinsatz im Inversen Modul). Im Abschlussfragebogen wurden die Studierenden gefragt, ob sie zur Vorbereitung auf die Prüfung in einer Lerngruppe arbeiten (→ Kapitel VI:8. Hypothese 8: Prüfungsvorbereitung in Lerngruppen Die Auswer-

⁵⁵ Sicherlich ist die Größe der Lerngruppe des Inversen Moduls zusätzlich zu den angeführten ein weiterer denkbarer Grund für die positivere Wahrnehmung des Inversen Moduls. Die kleinere Gruppe machte ein intensiveres Arbeiten möglich.

tung ergab, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* häufiger in Lerngruppen arbeiten. Dass die Studierenden des *Inversen Moduls* signifikant häufiger in einer Lerngruppe für die Prüfung lernen, kann als ein Erfolg des *Inversen Moduls* gewertet werden. Während des gesamten Semesters haben die Studierenden in unterschiedlichen Gruppen zusammengearbeitet und die Vorteile des kooperativen Lernens erfahren. Das scheint die Motivation für die Zusammenarbeit erhöht zu haben. Allerdings muss an dieser Stelle einschränkend darauf hingewiesen werden, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* bereits zu Veranstaltungsbeginn häufiger mit Studienkolleginnen und Studienkollegen arbeiteten.

Kompetenzunterstützung durch die Lehrperson und die Lernumgebung (Seel 2003) als hilfreiche Komponente für die Motivation war ein wichtiges Gestaltungsprinzip im *Inversen Modul* und wurde z. B. durch kooperative Lernmethoden, regelmäßige Rückmeldungen und die Eigenverantwortung, unterstützt.

Den Anforderungen gewachsen zu sein – auch als Ergebnis der Kompetenzunterstützung – (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 61) gilt ebenfalls als Faktor zur Förderung der Motivation. Im *Inversen Modul* wurde den Studierenden an verschiedenen Stellen deutlich gemacht, dass sie mit dem Bearbeiten einer Aufgabe bereits Vorbereitungen auf die Prüfung getroffen haben und somit gut vorbereitet sind bzw. die Erwartungen kennen. Dennoch haben die Studierenden des *Inversen Moduls* am Ende die Vorbereitungszeit auf die Klausur genauso eingeschätzt wie die Studierenden der Vorlesung. Dass sie den Eindruck haben, den Anforderungen gewachsen zu sein, wird in der abschließenden Erhebung durch das Item „Die Anforderungen sind angemessen“ deutlich. Die Studierenden des *Inversen Moduls* geben hier mehrheitlich an, dass dies zutreffend ist. Ähnlich antworten auch die Studienkolleginnen und Studienkollegen aus der Vorlesung (*Inverse Modul* $M = 2.00$; Vorlesung $M = 2.28$; $p = .023$). Beide Gruppen sind demzufolge der Meinung, dass die Anforderungen in der Veranstaltung passend sind.

1.2 Auswirkungen auf die Zufriedenheit

Lehrveranstaltungsevaluationen sind zwar umstritten, dennoch sind Lernende in der Beurteilung der wahrgenommenen Lehrqualität recht genau (vgl. Hattie 2013, S. 42) (→ Kapitel III:2.1 Lehrevaluationen). Aus diesem Grund ist die in der vorliegenden Untersuchung durchgeführte Lehrevaluation ein wichtiger Indikator für den Erfolg der Veranstaltung.

Im Vergleich der beiden Gruppen lassen sich die meisten signifikanten Veränderungen im Hinblick auf die Lehrveranstaltungsevaluation feststellen. Hier sind die Studierenden des *Inversen Moduls* zufriedener als die Studierenden der Vorlesung. Lediglich in drei der 20

Items (→ Kapitel VI:3. Hypothese 3: Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung), bewerten die Studierenden des *Inversen Moduls* die Veranstaltung schlechter als ihre Kommilitonen und Kommilitoninnen aus der Vorlesung. Viele der Bewertungen zur wahrgenommenen Lehrqualität werden sogar signifikant besser beurteilt.

Betrachtet man die Items genauer und setzt sie mit der Forschung zur Lehrpersönlichkeit, zur wahrgenommenen Lehrqualität und zur Gestaltung der Lehre ins Verhältnis, ist die Umstrukturierung der Veranstaltung in ein selbstgesteuertes kontextorientiertes Lernmodul als Erfolg zu werten.

Hattie (2013, S. 41f) stellt die Einflussmöglichkeiten von Lehrenden auf die Lernleistung zusammen (→ Kapitel III:2. Lehrende). Dabei spielt die wahrgenommene Lehrqualität eine zentrale Rolle (vgl. hierzu auch Seel 2003, S. 87). Die Studierenden des *Inversen Moduls* benoten die Veranstaltung insgesamt auf dem mittleren Signifikanzniveau besser (*Inverses Modul* $M = 1.78$; Vorlesung $M = 2.24$; $p = .012$).

Weitere identifizierte Einflussmöglichkeiten der Lehrperson sind die Offenheit des Lehrenden und die Einbindung aller Lernenden (vgl. Hattie 2013, S. 42). Diese beiden Punkte lassen sich mit den Items „Der Lehrende geht auf Fragen/Anregungen und Einwände ein“ und „Der Lehrende ist freundlich, kooperativ und aufgeschlossen“ und „Wortbeiträge seitens der Studierenden fanden regelmäßig Eingang in die Lehrveranstaltung“ in Verbindung bringen. Die beiden letzten Items unterscheiden sich zwischen Vorlesung und *Inversem Modul* sogar auf dem 0,1 %-Niveau und sind somit sehr hoch signifikant.

Bain (2004, S. 15 – 19) postuliert, dass gute Lehrende ihre Studierenden aktivieren und motivieren. Die Einflussmöglichkeit der Förderung von Anstrengungsleistung (vgl. Hattie 2013, S. 42) lässt sich mit den Items „Die Veranstaltung regt zum Mitdenken an“ und „Der Lehrende versteht es, die Studierenden zu motivieren“ abbilden, die im Vergleich der beiden Gruppen ebenfalls höchst signifikant sind.

Auch die benannte Möglichkeit der Einflussnahme durch die Einstellung/Haltung des Lehrenden (vgl. Hattie 2013, S. 41) lässt sich mit der Lehrveranstaltungsevaluation in Verbindung bringen. Das Item „Der Lehrende versteht es, die Studierenden zu motivieren“ und wiederum die Items „Der Lehrende ist freundlich, kooperativ und aufgeschlossen“, „Der Lehrende geht auf Fragen/Einwände und Anregungen ein“, „Die Lehrveranstaltung regt zum Mitdenken an“ und „Wortbeiträge seitens der Studierenden fanden regelmäßig Eingang in die Lehrveranstaltung“, die alle signifikant sind, drücken die Haltung des Lehrenden in Richtung Studierendenorientierung aus. Wenn man diese Items als Indiz für die Qualität der Beziehung zwischen Lehrenden und Studierenden heranzieht, ist die Umstellung der Lehre hin zur Aktivierung der Studierenden eine Möglichkeit, um die Beziehung zu verbessern.

Auch im Hinblick auf die Schaffung eines warmen, sozio-emotionalen Lernklimas mit einer ausgeprägten Fehlerkultur (vgl. Hattie 2013, S. 42) lassen sich Bestätigungen für das Vorgehen im *Inversen Modul* in den genannten Items zur Lehrveranstaltungsevaluation finden. Die Studierenden beschrieben in ihren mündlichen Rückmeldungen besonders die Kommunikationskultur als „großes Plus“ des *Inversen Moduls*. Sie freuten sich darüber, dass der Lehrende an einem Austausch mit ihnen interessiert war und sie als Individuen wahrnahm. Des Weiteren betonten sie, dass diese Akzeptanz sie beim Lernen unterstützte.

Hattie (ebd.) hält fest, dass die stärkste Komponente für den Lernerfolg weniger das ist, was die Lehrperson tut, sondern vielmehr das, was sie den Lernenden aufträgt bzw. inwiefern die Lernenden aktiv beteiligt werden. Auch Biggs und Tang (2011, S. 77) stellen fest, dass kein Methodeneinsatz eine solch hohe Auswirkung auf den Lernerfolg hat, wie die Interaktion zwischen dem Lehrenden und den Studierenden. Diese Aspekte lassen sich aus den vorangegangenen Items ablesen, z. B. aus der Anregung zum Mitdenken.

Die teilweise geäußerte Befürchtung von Lehrenden, sie werden als weniger kompetent wahrgenommen, wenn sie nicht in der referierenden Haltung lehren, konnte durch das *Inverse Modul* nicht bestätigt werden. Die Studierenden nehmen den Lehrenden im Mittelwert sogar leicht kompetenter wahr (*Inverses Modul* $M = 1.11$, Vorlesung $M = 1.31$, $p = .234$), wobei dieser Unterschied nicht signifikant wird.

Lehrende, die den Studierenden aufzeigen, wie sie bestimmte Denkweisen und Strategien anwenden, fördern das Lernen (vgl. Hattie 2013, S. 42). Der Aspekt des Strategieeinsatzes lässt sich aus der Lehrevaluation nur bedingt ableiten. Das Item „Die Bedeutung/der Nutzen der behandelten Themen wird vermittelt“ könnte diesem Aspekt zugeordnet werden. Die Studierenden des *Inversen Moduls* unterscheiden sich in diesem Item signifikant von den Studierenden der Vorlesung (*Inverses Modul* $M = 1.56$, Vorlesung $M = 2.03$, $p = .039$). Kontexte könnten in der Zukunft auch in der Vorlesung eingesetzt werden.

Das Item „Ich lerne viel in der Veranstaltung“ unterscheidet sich nicht signifikant zwischen der Vorlesung und dem *Inversen Modul*. In der Tendenz bewerten die Studierenden des *Inversen Moduls* ihren Lernzuwachs allerdings besser (*Inverses Modul* $M = 2.00$; Vorlesung $M = 2.38$; $p = .125$). Durch die Aktivierung könnte die vorherrschende Verlagerung des Lernens zum Ende des Semesters abgemildert haben. Die Studierenden des *Inversen Moduls* wurden vielfach dazu angehalten, sich aktiv mit den Inhalten auseinander zu

setzen, diese zu präsentieren und zu vernetzen. Das begleitete Selbststudium spielte im Inverse Modul eine große Rolle (→ Kapitel II:6.2 Selbststudium).

Der Lehrende gestaltet die Rahmenbedingungen für die Lehr-/Lernprozesse. Dass dies im *Inversen Modul* besser gelungen ist als in der Vorlesung lässt sich z. B. an den Items „Der Lehrende setzt Medien in angemessenem Umfang ein (...)“ und „Der Lehrende war außerhalb der Lehrveranstaltung in ausreichendem Maße zu erreichen und gesprächsbereit“ festmachen, die beide signifikant bzw. höchst signifikant besser beurteilt werden.

Resümierend lässt sich festhalten, dass ein gutes Veranstaltungsklima und die Zufriedenheit der Studierenden mit der Umstrukturierung angestrebt wurden und über die Lehrveranstaltungsevaluation abgeglichen werden konnten, was einen Beitrag zum besseren Abschneiden in der Prüfung gewesen sein kann.

1.3 Auswirkungen auf Lernstrategien

Friedrich und Mandl (2006, S. 15) geben an, dass in Lernprozessen nicht die aufgewendete Zeit das entscheidende Kriterium für den Lernerfolg ist, sondern die durch den Strategieeinsatz verbesserte Qualität der Verarbeitung. Dieser Aspekt ist für das veränderte Veranstaltungsdesign im *Inversen Modul* insofern interessant, als sich einige Skalen des LIST von T1 zu T3 verbessert haben.

Lernen, das mit Spaß verbunden ist und positive Emotionen zum Lerngegenstand auslöst, korreliert mit dem Einsatz von Lernstrategien. Diese werden flexibler und häufiger verstehensorientiert (Pekrun & Hoffmann 1999, S. 258; Wildt et al. 2006, S. 210). Lernfreude und/oder die Hoffnung auf Erfolg ziehen einen flexibleren Einsatz von Lernstrategien und die häufige Verwendung tiefenorientierter Strategien nach sich; Langeweile oder Angst führen häufiger zum Einsatz oberflächlicher Informationsverarbeitungsstrategien (vgl. Wild et al. 2006, S. 210).

Die Studierenden des *Inversen Moduls* haben einen höheren Mittelwert in der Skala Zusammenhänge/Elaboration zu MZP T3 (*Inverses Modul* M = 28.95; Vorlesung M = 24.98, $p = .02$). Dies ist als Erfolg des *Inversen Moduls* zu werten. Die Studierenden schätzen ihre Fähigkeiten in diesem Bereich höher ein, was mit den eingesetzten Methoden in Zusammenhang gebracht werden kann.

Zwar konnte im *Inversen Modul* nicht beobachtet werden, dass der Einsatz von Lernstrategien flexibler wird, dennoch nutzen die Studierenden häufiger Strategien der Elaboration, welche zu den verstehensorientierten Strategien gehören.

Fragenstellen ist eine Möglichkeit, Elaborationsstrategien zu unterstützen (vgl. Neber 2006, S. 51). Das Üben des Fragenstellens (z. B. über den Fragenkorb) im *Inversen Modul* kann die Elaborationsstrategien angeregt haben, die sich ausschließlich im *Inversen Modul* verbessert haben. Auch Methoden der Aufbereitung der Inhalte für Studienkolleginnen und -kollegen können die Elaborationsstrategien aktiviert haben. Insbesondere das Projektlernen und das Gruppenpuzzle fördern das Erkennen von Zusammenhängen. Vermutlich hat auch die Verknüpfung der Inhalte mit Alltags- und Praxiskontexten die Integration neuer Inhalte in bereits vorhandene Strukturen und damit die Elaborationsstrategien angeregt.

Die Lernstrategie Literatur, zu der die Verwendung und der Umgang mit relevanter Fachliteratur gehört, hat sich im *Inversen Modul* von MZP T1 zu MZP T3 ebenfalls verbessert, was sich auf die Schaffung der Lernumgebung und die Gestaltung der Aufgaben sowie die konsequente Nutzung zahlreicher Quellen zurückführen lässt (Inverses Modul M = 14,28, Vorlesung M = 13,00, $p = .02$). Diese Lernstrategie gehört zu den ressourcenorientierten Strategien, d. h. die Studierenden des *Inversen Moduls* geben an, häufiger als die Studierenden der Vorlesung mit externen Ressourcen der Literaturnutzung zu arbeiten. Insbesondere im Hinblick auf die Vorerhebung (\rightarrow Kapitel XI:4. Fragebogen Vorerhebung) ist diese Veränderung interessant. Die Studierenden gaben hier mehrheitlich an, keine relevante Literatur zu kennen. Im *Inversen Modul* arbeiten die Studierenden – im Gegensatz zu den Kommilitonen und Kommilitoninnen aus der Vorlesung, die in der Regel ausschließlich mit dem vorhandenen Skript arbeiten –, mit weiterer Fachliteratur für die unterschiedlichen Methoden und ihr Projekt. Beobachtungen im Hörsaal durch die Mitarbeiterin des IFdN, Abteilung Physikdidaktik, zeigten außerdem, dass die Studierenden der Vorlesung wenig bis gar nicht in das Skript schauten, was im *Inversen Modul* konsequent gefordert wurde. Die Studierenden der Vorlesung waren mit dem Abschreiben des Tafelanschriebes beschäftigt, den sie sich teilweise sogar aufteilten und sich mit nicht vorlesungsrelevanten Inhalten beschäftigten.

Sowohl in der Vorlesung als auch im *Inversen Modul* hat sich der Strategieeinsatz des Organisierens verbessert ($p = .02$). Die Studierenden sind am Ende des Semesters besser in der Lage, wichtige Fakten zu identifizieren, Fachausdrücke, Formeln und Definitionen zusammenzufügen, Diagramme, Tabellen und Skizzen anzufertigen usw. Hier lässt sich zwischen dem *Inversen Modul* und der Vorlesung kein Unterschied feststellen. Dies liegt vermutlich am Semesterverlauf, zu Beginn des Semesters schätzen sich die Studierenden nicht so organisiert ein wie zum Ende des Semesters.

Bereits zu Beginn des Semesters unterschied sich die Selbsteinschätzung der Studierenden des *Inversen Moduls* in der Skala Arbeiten mit Studienkollegen und -kolleginnen

signifikant voneinander. Zwar wurden die beiden Gruppen ausgelost, dennoch wechselten einige Studierende. Es bleibt zu vermuten, dass die Studierenden, denen die Zusammenarbeit mit Kommilitonen wichtig ist, eher im *Inversen Modul* verbleiben bzw. in dieses wechselten, was diesen Effekt erklären würde.

Wie bereits in der Hypothese (→ Kapitel VI:4. Hypothese 4: Lernstrategien (LIST)) angesprochen, wird in der Literatur die Erhebung von Lernstrategien mittels retrospektiven, handlungsfernen Fragebögen kritisch betrachtet. Der in dieser Untersuchung verwendete Wissenstest, der weiteren Aufschluss über die Tiefenverarbeitung hätte geben können, zeigte keine Unterschiede zwischen den Studierenden beider Gruppen.

1.4 Auswirkungen auf die Selbstwirksamkeit

Alle Maßnahmen zur Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung schlagen sich zu MZP T3 nicht in der Skala Selbstwirksamkeitserwartung nieder. Ob das *Inverse Modul* tatsächlich einen Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung hat, kann dennoch nicht abschließend beurteilt werden, da der letzte Fragebogen vor der Prüfung gestellt wurde. Außerdem wurde in der vorliegenden Untersuchung keine Follow-up Untersuchung durchgeführt. Es könnte also sein, dass sich das Selbstkonzept erst nach dem endgültigen Abschluss und der Prüfung verändert hat.

Ziel der Lehre im *Inversen Modul* sollte es sein, die Selbstwirksamkeit zu fördern, da die Selbstwirksamkeit die Leistung beeinflusst (vgl. Jerusalem & Mittag 1999, S. 226). Die Selbstwirksamkeit zu stärken, ist günstig für erfolgreiches Lernen und die Lernfreude (vgl. Köller & Möller 2006, S. 698; Zimmermann 2000, S. 87). Dafür wurde im Sinne der Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan 1993, S. 229) darauf geachtet, dass die Lernenden Einfluss auf ihre Handlungen, die Inhalte und teilweise auch auf die Struktur der Veranstaltung nehmen können. Dass sie ihre eigene Kompetenz wahrnehmen und sich als Teil der Gruppe fühlen können.

Das Autonomieerleben wurde durch zahlreiche Freiheitsgrade in der Aufgabenstellung und Bewältigung gefördert (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 72); u. a. in der Bearbeitung der Projektaufgabe, konnten die Studierenden ihre Arbeitsschritte und die Art und Weise der Bearbeitung selbst bestimmen.

Die Studierenden bekamen an verschiedenen Stellen innerhalb der Veranstaltung aufgabenbezogene Rückmeldungen, zum Abschluss des Projektes ausführliche Rückmeldungen zum Inhalt und der Art und Weise ihrer Präsentation. Diese Feedbacks sollten das Kompetenzerleben fördern.

Zahlreiche Aufgabenstellungen und Methoden förderten des Weiteren die Kooperation der Studierenden untereinander, so z. B. das Gruppenpuzzle.

Durch die ergriffenen Maßnahmen wurde nicht nur versucht, die Selbstwirksamkeit positiv zu beeinflussen, sondern auch das Selbstkonzept. Im *Inversen Modul* wurden diese Abgleiche an verschiedenen Stellen ermöglicht, so z. B. durch das Vorstellen der Ergebnisse der Hausaufgaben oder durch die Projektarbeit, bei beiden haben die Studierenden die Gelegenheit zu sehen und zu hören, was ihre Kommilitoninnen und Kommilitonen gemacht und verstanden haben.

Ausgehend von der dieser Untersuchung zugrunde liegenden Frage: Welche Effekte auf das Lehr-/Lerngeschehen haben aktivierende Methoden und die Ausrichtung an den Erkenntnissen der Lehr-/Lernforschung? liegt der Schluss nahe, dass die Umstellung auf aktives Lernen und die Studierendenzentrierung in der hier untersuchten Kohorte keine Nachteile hat. Vorteile scheinen sich bzgl. des Einsatzes von elaborativen Lernstrategien und den Prüfungsergebnissen zu ergeben. Ein tiefergehendes Lernen kann demzufolge begründet vermutet werden.

1.5 Resümee der Lehrperson

Die gesammelten Punkte wurden nicht systematisch erhoben, es handelt sich um Mitschriften der Verfasserin. In den vorbereitenden Gesprächen und den Rückmeldungen mit der Lehrperson bzw. den verantwortlichen Fachlehrenden kristallisierten sich einige Punkte heraus, die die subjektive Bewertung des *Inversen Moduls* aus der Sicht der Lehrenden verdeutlichen:

1. Zwischen der Lehrperson und den Studierenden des Inversen Moduls fand sowohl eine intensivere Kommunikation als auch eine bessere Interaktion statt.
2. Die Studierenden waren zunächst aufgrund der veränderten Anforderungen⁵⁶ an ihre Mitarbeit und ihr Lernverhalten irritiert, nach ca. zwei Veranstaltungsterminen hatte sich diese Irritation gelegt.
3. Die Lehrperson konnte Verständnisschwierigkeiten früher und schneller erkennen und entsprechend darauf eingehen.
4. Die gesamte Umstrukturierung und Neukonzeptionierung war mit einem hohen Aufwand verbunden, dieser betraf sowohl die zeitlichen als auch die personellen Ressourcen. Dies wurde als ein Grund angeführt, eine solch umfassende Umstrukturierung nicht für alle Veranstaltungen vorzunehmen.

⁵⁶ Z. B. die Beantwortung oder das Stellen von Fragen oder die Gruppenarbeiten.

5. Viele Methoden ermöglichen eine Vorbereitung auf die Prüfung bereits während des Semesters, hierfür eignen sich insbesondere Methoden, in denen Studierende zu Expertinnen und Experten für ein Teilgebiet werden, welches sie erläutern und darstellen müssen.
6. Es entstand bei der Lehrperson durch Beobachtungen während der Präsenzlehre der Eindruck, dass die Studierenden des *Inversen Moduls* mehr Inhalte wirklich verstanden haben.
7. Die Fragen seitens der Studierenden zum Inhalt und fachmethodischen Vorgehen wurden von der Lehrperson sehr positiv bewertet.

Insgesamt stellte sich eine hohe Zufriedenheit der Lehrenden ein, welche sich vor allem auf die verbesserte Kommunikation und Interaktion bezog.

2. Konsequenzen für die weitere Forschung

Zunächst sollen die Einschränkungen des vorliegenden Untersuchungsdesigns im Hinblick auf Schwächen und die Übertragbarkeit der Ergebnisse diskutiert werden. Wie bereits erwähnt, handelt es sich um eine Felduntersuchung, welche mangelnde Kontrollierbarkeit der Störvariablen zur Folge hat. Die Störvariablen beeinflussen sich dann wechselseitig. Der Vorteil dieses Forschungsdesigns ist, dass die natürliche Situation genutzt werden kann, um Ableitungen zu treffen, die realistischer sind. D. h. die Implikationen können mit einer hohen Wahrscheinlichkeit auf vergleichbare natürliche Situationen übertragen werden.

Im Rahmen der Veränderungen für das *Inverse Modul* wurden zahlreiche Maßnahmen und Methoden für eine Optimierung des Lehr-/Lernprozesses ergriffen (→ Kapitel IV: Das Inverse Modul). Aufgrund der Anforderungen der realen Situation ließ sich keine sukzessive Umsetzung einzelner Methoden/Maßnahmen umsetzen. Auch hier sei für das Vorgehen auf die Realitätsnähe und die daraus resultierenden besseren Implikationen verwiesen. Weitere Untersuchungen könnten die Bewertung der Einzelmaßnahmen in den Blick nehmen, um so eine differenziertere Einschätzung zu erhalten.

Auch wenn die Stichprobe relativ klein ist, so sind die Ergebnisse dennoch vergleichbar mit denen anderer Untersuchungen: Es konnte festgestellt werden, dass die Ergebnisse der Lernstrategien und der Allgemeinen Selbstwirksamkeit vergleichbar mit anderen Untersuchungen sind (vgl. beispielsweise Wild & Schiefele 1994, S. 196 ff) sind, so dass dies auch für die anderen Ergebnisse angenommen werden kann. Signifikante Ergebnis-

se, die bereits bei kleinen Stichproben sichtbar werden, lassen auf relevante Ergebnisse schließen, was die untersuchte Effektstärke belegt.

Das eingesetzte Instrument Wissenstest muss hinsichtlich der Validität überprüft werden: Welches Wissen fragt er ab? Denkbar wäre, dass die Fragen des Wissenstests nicht geeignet ist, um tiefenorientiertes Lernen abzufragen. Für weitere Untersuchungen sollten zusätzlich andere Möglichkeiten geprüft werden, tiefen-orientiertes Lernen nachzuweisen, bspw. wären der Einsatz von Textaufgaben oder Concept Maps, um verstärkt das Verständnis zu untersuchen. Außerdem wäre es sicherlich denkbar, eine Follow-Up Befragung durchzuführen. D. h. die Studierenden nach Ablauf der Prüfung – etwa nach einem halben Jahr – erneut zu befragen, um die Ergebnisse abzusichern und auf diese Art Rückschlüsse auf die Dauerhaftigkeit des Behaltens ziehen zu können.

Nicht alle theoretisch zu Beginn der Arbeit beschriebenen Konstrukte wurden im Rahmen der Begleitforschung erhoben. Interessant wäre für folgende Forschungen die Betrachtung der Motivation, des Interesses und der Problemlösefähigkeit. Um den Umfang der begleitenden Evaluation in einem angemessenen Rahmen für die Studierenden und die durchführenden Lehrperson zu halten, wurde ein Fokus auf das Wissen, die Selbstwirksamkeit, die Lernstrategien und die Lehrveranstaltungsevaluation gelegt.

Die durchgeführte Untersuchung zur Umsetzung eines Konzeptes der Verknüpfung von hochschuldidaktischen Erkenntnissen in die grundständige ingenieurwissenschaftliche Lehre ist trotz aller aufgeführten Kritikpunkte von entscheidender Bedeutung, da die Wissenschaft vom Lehren und Lernen von einer engen Verknüpfung der Grundlagenforschung mit der Überprüfung der praktischen Anwendung lebt. „Im Handeln zeigt sich, welche Theorie taugt und welche nicht, welche Vorgänge wichtig sind und welche randständig. Die Theorie allein erbringt dies nicht.“ Spitzer 2006a, S. 72

3. Schlussbemerkung

„..., die Kunst der guten Lehre liegt in der Balance zwischen Darlegen von Wissen und Ermöglichen von Erkenntnissen und in der Begleitung der Studierenden bei Selbstlernprozessen“ (Pfäffli 2005, S. 187).

Diesem Gedanken folgend wurde das *Inverse Modul* gestaltet. Durch die methodische Aufbereitung und die Gestaltung im *Inversen Modul* wurden die Ergebnisse der Lehr-/Lernforschung umgesetzt:

1. Das kontinuierliche und verteilte Arbeiten am Thema verhindert das ausschließliche Lernen zum Semesterende als Vorbereitung auf die Klausur.

2. Die Möglichkeit des aktiven Tuns fördert tendenziell Tiefenverarbeitungsstrategien und die methodischen Kompetenzen.
3. Die Bearbeitung von anspruchsvollen Aufgaben und der Projektarbeit fördert die Elaborationsstrategien, die Analyse- und Bewertungsfähigkeit der Studierenden.
4. Die verbesserte Kommunikations- und Interaktionsstruktur ermöglicht zum einen das Feedback für und zum anderen das Feedback durch die Studierenden.
5. Das Arbeiten mit Kontexten des Alltags und der späteren Berufswelt fördert das Interesse und die Motivation.
6. Das Aufzeigen der Relevanz und Nützlichkeit, sowie das Arbeiten nach eigenen Interessenslagen fördert ebenfalls die Motivation.
7. Das Erleben von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit fördert das Lernklima und die Selbstwirksamkeit.

Nicht alle der aufgelisteten Punkte wurden begleitend evaluiert. Der Lernerfolg lässt sich aber sowohl bei den Studierenden der Vorlesung als auch bei denen im *Inversen Modul* im Wissenstests⁵⁷ ablesen. Besonders eindrücklich wird der Lernerfolg in der Prüfungsleistung sichtbar, bei der die Studierenden des *Inversen Moduls* signifikant besser abschneiden als die Studierenden der Vorlesung.

Ebenfalls überzeugend sind die Ergebnisse der Lehrveranstaltungsevaluation. Hier ergibt sich, dass die Studierenden deutlich zufriedener mit dem *Inversen Modul* sind, obwohl sie mehr Zeit aufwenden mussten. In mündlichen Rückmeldungen äußerte auch der Lehrende seine größere Zufriedenheit, insbesondere im Hinblick auf die verbesserte Kommunikations- und Interaktionsstruktur.

Trotz der mittlerweile gut belegten Effekte von aktivierenden Lehr- und Lernformen und dem Wissen über die Vorgänge und Prozesse des Lehrens und Lernens gibt es insbesondere in den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen nur wenige Beispiele tradierte Lehrformate zu verändern. Die Umsetzung der Aspekte für gute Lehre und gutes Lernen vollzieht sich an Hochschulen nur langsam. Dies liegt vermutlich auch daran, dass die Vielzahl angebotener Modelle und Methoden nicht unbedingt zu einer vielfältigen Nutzung derselben führen (vgl. Baumgartner 2011, S. 23). Bislang wurde in empirischen Untersuchungen die Verknüpfung von inhaltlichen und methodischen Anforderungen im Unterrichtsgeschehen vernachlässigt, weshalb nur wenig über das Zusammenspiel des Inhalts und der Methode bekannt ist (vgl. ebd.). Daraus ergibt sich scheinbar eine Willkürlichkeit bei der Auswahl der Methoden (vgl. ebd.).

⁵⁷ Im Semesterverlauf lernen sowohl die Studierenden der Vorlesung, als auch die Studierenden des Inversen Moduls dazu.

Die Notwendigkeit der Veränderung von Lehre ergibt sich, wie bereits dargestellt, aus den veränderten Anforderungen an die Hochschule, aber auch an die Absolventinnen und Absolventen. „Wenn eine hohe Qualität des studentischen Lernens angestrebt wird, müssen die bestehenden und vorrangig auf dozentenorientierte Wissensvermittlung gerichteten Lehrkonzeptionen verändert werden“ (Winteler 2006, S. 345). Anstoß für eine Veränderung der Lehre kann eine hochschuldidaktische Qualifizierungsmaßnahme sein. Viele hochschuldidaktische Qualifizierungsmaßnahmen finden out of the job statt, die hier vorgestellte fand on the job statt. Diese Vorgehensweise ist sehr arbeitsintensiv für alle Beteiligten, betrachtet aber den fachkulturellen Hintergrund sehr intensiv und verspricht somit einen größeren Erfolg.

Im *Inversen Modul* wurden alle Inhalte von Woche zu Woche in einem Team bestehend aus einem Professor, einem wissenschaftlichen Mitarbeiter aus dem Fach und einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin der Didaktik besprochen. Bei jedem Inhalt und Thema wurde diskutiert, was die Ziele sind und eine entsprechende Methode ausgewählt, vorbereitet, durchgeführt und nachbesprochen. Dieses Vorgehen war extrem aufwändig und langwierig, gewährleistet aber den Transfer in das Fach des bzw. der Lehrenden.

Aufgrund der hohen Abbrecherquoten, insbesondere in den MINT-Fächern und im Zuge der Umstellung auf Bachelor- und Masterstrukturen und der damit verbundenen Ausrichtung auf den Erwerb von Kompetenzen, erscheint eine intensivere Unterstützung der Lehrenden logisch und richtig. Diese Unterstützung sollte sowohl in der hochschuldidaktischen Weiterbildung in Form von Workshops und Qualifizierungsprogrammen liegen, als auch in Form einer Begleitung bei der Umsetzung von Veränderungen im Lehralltag.

Veränderungen werden aber nicht nur von der Lehrperson eingeführt, auch die Studierenden spielen bei der Umsetzung von Veränderungen eine entscheidende Rolle. Im *Inversen Modul* konnte die von Mazur beschriebene Beobachtung gemacht werden, dass Lernende, die an die traditionellen Lehrformen gewöhnt sind, an anderen Formen der Lehre und deren Erfolgsaussichten zweifeln (vgl. Mazur 1997, S. 19). Den Studierenden dann zu erläutern, dass es eine Verschwendung von Zeit und Ressourcen des Lehrenden und der Studierenden ist, ihnen die Inhalte erneut darzustellen, obwohl sie im Skript oder Fachbüchern nachgelesen werden können, sorgt für Transparenz und erleichtert die gemeinsame Arbeit (vgl. Mazur 1997, S. 16).

Die Rahmenbedingungen an der Hochschule lassen eine Konzentration auf die Lehre nur bedingt zu, Massenbetrieb, Forschungsdruck, Verwaltungs- und Gremientätigkeiten und zum Teil vorherrschende Stellenunsicherheit lasten auf den Lehrenden. An dieser Stelle

könnte eine Veränderung der institutionellen und politischen Rahmenbedingungen zu einer Entlastung der Lehrenden beitragen und somit die Diversität der Lehre erhöhen. Eine möglichst vielfältige Lehre würde der heterogenen Studierendenschaft gerecht werden und somit richtungsweisend für das Studium von Morgen sein. Gute Lehre könnte verständnisorientierter gestaltet einen wichtigen Beitrag zur Standortsicherung der Hochschulen sein.

Dazu können Lehrende Gestaltungsprinzipien, wie oben erwähnt, nutzen und Studierenden ein Vorbild und Modell sein. Mit ihrem Interesse, Enthusiasmus, ihrer Fachkompetenz und Motivation sind sie ein Vorbild für Lernen und Verhalten in beruflichen Kontexten.

*Ich unterrichte meine Schüler nie; ich versuche nur,
Bedingungen zu schaffen, unter denen sie lernen können.
(Albert Einstein)*

Kapitel VIII: Literaturverzeichnis

Andreß, Hans-Jürgen (2003): Determinationskoeffizient h^2 (einfache Varianzanalyse). Online unter: <http://eswf.uni-koeln.de/lehre/stathome/folien/v2807.htm>. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.

Apel, Hans-Jürgen; Knoll, Michael (2001): Aus Projekten lernen. Grundlegungen und Anregungen. München: Oldenbourg.

Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik der Universität Zürich (2008): Lernziele formulieren in Bachelor- und Masterstudiengängen. Online unter: http://www.hochschuldidaktik.uzh.ch/hochschuldidaktikaz/DU_Lernziele_11_08.pdf. Zuletzt geprüft: 29.08.2014.

Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik der Universität Zürich (2008): Modulplanung. Online unter: http://www.afh.uzh.ch/instrumente/dossiers/Gesamtdos_Modulplanung_08.pdf. Zuletzt geprüft: 29.08.2014.

Bain, Ken (2004): What the Best College Teachers Do. Cambridge: Harvard Press.

Bandura, Albert (1977): Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. In: Psychological Review, Jg. 84, H. 2, S. 191–215.

Bandura, Albert (1997): Self-efficacy. The exercise of control. 11. print. New York, NY: Freeman.

Baumert, Britta; May, Dominique (2013): Constructive Alignment als didaktisches Prinzip. Lehre planen in den Ingenieur- und Geisteswissenschaften. In: Journal für Hochschuldidaktik. Jg, 24., Nr. 1-2, S. 23–27. Online verfügbar: http://www.zhb.tu-dortmund.de/hd/fileadmin/JournalHD/2013_1-2/journal_HD_1-2_2013_artikel_baumert_may.pdf. Zuletzt geprüft: 24.08.2014.

Baumgartner, Peter (2011): Taxonomie von Unterrichtsmethoden. Ein Plädoyer für didaktische Vielfalt. Münster/New York/München/Berlin: Waxmann.

Balzter, Sebastian (2010): Himmel und Hölle für Ingenieure. In Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 26. Oktober 2010. Online unter: <http://www.faz.net/s/Rub8D4D94F71B3A43159C78FB196DED6A94/Doc~EE6A4C16DB24A4D65AE8D8D17FA33023E~ATpl~Ecommon~Scontent.html>. Zuletzt geprüft: 22.11.2014.

Battaglia, Santina (2004): Hochschuldidaktische Weiterbildungs- und Beratungsangebote in Deutschland: Eine Übersicht. Online verfügbar: <http://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/hochschuldidaktik/battaglia.pdf>. Zuletzt geprüft: 22.11.2014.

Becker, Gerd; Krücken, Georg; Wild, Beatrix (2012): Gute Lehre an der Hochschule. Wirkungen von Anreizen, Kontextbedingungen und Reformen. Bielefeld: Bertelsmann.

- Becker, Lisa (2012):** Klicken wie bei Günther Jauch. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 06.04.2012. Online verfügbar: <http://www.faz.net/aktuell/beruf-chance/hochschul-lehre-klicken-wie-bei-guenther-jauch-11702145.html>. Zuletzt geprüft: 10.04.2014.
- Beller, Sieghard (2004):** Empirisch forschen lernen. Konzepte, Methoden, Fallbeispiele, Tipps. Bern: Huber.
- Biggs, John; Tang, Catherine (2011):** Teaching for quality learning at university. What the students does. 4th Edition. Maidenhead: McGraw-Hill.
- Bloom, Benjamin S. (1976):** Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz.
- Blom, Hermann (2000):** Der Dozent als Coach. Neuwied/Krieffel/Berlin: Luchterhand.
- Boerner, Sabine; Seeber, Günther; Keller, Helmut; Beinhorn, Peter (2005):** Lernstrategien und Lernerfolg im Studium: Zur Validierung des LIST bei berufstätigen Studierenden. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie. Jg. 37, Heft 1, S. 17 – 26.
- Bonnet, Martin; Hansmeier, Edith; Kämper, Nadine (2013):** „Ran ans Werk!“ Erfolgreiche Umsetzung eines Inverted-Classroom-Konzeptes im Grundlagenmodul Werkstofftechnik für studierendenzentrierte und kompetenzorientiertes Lernen im Maschinenbau. In: Tekkaya, A. Erman et al. (2013): Teaching-Learning. EU discussions. Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften, S. 25-33.
- Bortz, Jürgen & Döring, Nicola (2003):** Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler (3., überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bortz, Jürgen & Schuster, Christof (2010):** Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler (7. Aufl.). Berlin: Springer.
- Brinker, Tobina; Schumacher, Eva-Maria (2014):** Befähigen statt belehren. Neue Lehr- und Lernkulturen an Hochschulen. Bern: hep.
- Brünken, Roland; Seufert, Tina (2006):** Aufmerksamkeit, Lernen, Lernstrategien. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut, Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.
- Bundesministerium der Justiz:** Hochschulrahmengesetz vom 12. April 2007. Online unter: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/hrg/gesamt.pdf>. Zuletzt geprüft: 06.09.2014.
- Cohen, Jacob (1988):** Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd Ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cortina, Kai S. (2006):** Psychologie der Lernumwelt. In: Krapp, Andreas; Weidemann, Bernd (Hrsg.) (2006a): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Basel: Beltz.
- Deci, Edward L.; Ryan, Richard M. (1993):** Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, H. 39, S. 223 – 238.

Deci, Edward L.; Ryan, Richard M (1985): Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. New York: Plenum Press.

Dorn, Christian (2013): Vortrag im Rahmen des Lehr-Lern-Kolloquium-Impulsabends „Vorlesung revisted“ am 11.12.2013 in Marburg. Online verfügbar: <https://www.uni-marburg.de/fb21/schulpaed/institut/personal/linklitz/lehr-lern-kolloq/wise1213/llkvortragdorn.pdf>. Zuletzt geprüft: 21.08.2014.

Duit, Reinders; Mikelskis-Seifert, Silke (2007): Kontextorientiert Unterrichten. Wie man es einbettet, so wird es gelernt. In: Unterricht Physik_18_2007_Nr. 98, S. 4 – 8.

Edelmann, Walter; Wittmann, Simone (2012): Lernpsychologie. 7. Auflage. Weinheim: Beltz.

Eder, Franziska; Scholkmann, Antonia (2011): Lehrende als Coaches: Lernbegleitung von Studierenden am Beispiel des Tutoring im problem-based learning (PBL). Journal Hochschuldidaktik. 22 (2).

Eid, Michael; Gollwitzer, Mario; Schmitt, Manfred (2010): Statistik und Forschungsmethoden. Weinheim: Beltz. Online verfügbar: http://www.beltz.de/fileadmin/beltz/downloads/OnlinematerialienPVU/Statistik_und_Forschungsmethoden/13_Kapitel%2013_Antworten.pdf. Zuletzt geprüft: 31.03.2014.

Erpenbeck, John; Heyse, Volker (1999): Die Kompetenzbiographie. Waxmann: München.

Fachhochschule Köln, Profil² (o. J.): Steckbrief Lernzieltaxonomie. Online unter: https://www.fh-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_lernzieltaxonomie.pdf. Zuletzt geprüft: 30.08.2014.

Fischer, Lars; Minks, Karl-Heinz (2008): Acht Jahre nach Bologna – Professoren ziehen Bilanz. Ergebnisse einer Befragung von Hochschullehrern des Maschinenbaus und der Elektrotechnik. HIS Hochschulinformationssystem GmbH. Online verfügbar: http://www.his.de/pdf/pub_fh/fh-200803.pdf. Zuletzt geprüft: 05.01.2012.

Funke, Joachim; Zumbach, Jörg (2006): Problemlösen. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.

Gerbig-Calagni, Irene (2009): Wie aufmerksam sind Studierende in Vorlesungen und wie viel können sie behalten? Online verfügbar: hsbwgt.bsz-bw.de/files/47/Gerbig-Calagni.pdf. Zuletzt geprüft: 21.08.2014.

Gessler, Michael (2005): Gestaltungsorientierte Evaluation und der Return on Investment von Weiterbildungsprogrammen. In: bwp@ - Berufs- und Wirtschaftspädagogik online. Nr. 9; ISSN 1618-8543. Online unter: http://www.bwpat.de/ausgabe9/gessler_bwpat9.pdf. Zuletzt geprüft: 02.09.2014.

- Gräsel, Cornelia (2009):** Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In: Arnold, Karl-Heinz; Sandfuchs, Uwe; Wiechmann, Jürgen (Hrsg.): Handbuch Unterricht. 2. aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 252 – 256.
- Green, Norm; Grenn, Kathy (2005):** Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium. Das Trainingsbuch. Seelze-Velber: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH.
- Gruber, Hans (1999):** Erfahrung als Grundlage kompetenten Handelns. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle: Verlag Hans Huber.
- Gruber, Hans; Mandl, Heinz; Renkl, Alexander (2000):** Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: Mandl, Heinz; Gerstmaier, Jochen; Bangerter, Adrian: Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen: Hogrefe, S. 139 – 156.
- Grunert, Cornelia (2014):** Begleitetes Selbststudium planen und gestalten. Technische Hochschule Ingolstadt, Zentrum für Hochschuldidaktik Ingolstadt, Projekt Offene Hochschule Oberbayern (Hrsg.). Online unter: www.thi.de/.../Sf.../Begleitetes_Selbststudium_planen_und_gestalten.pdf. Zuletzt geprüft: 22.11.2014.
- Haertel, Tobias; Schneider, Ralf; Wildt, Johannes (2011):** Editorial: Wie kommt das neue in die Hochschule. In: ZFHE, Jg. 6, Nr. 3, S. 1 – 8. Online verfügbar: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/398>. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.
- Hattie, John (2013):** Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning“ besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Heiner, Matthias (2013a):** Referenzen für die Modellierung der Kompetenzentwicklung in der Lehre. Theoretische Anschlüsse – methodische Implikationen. In: Heiner, Matthias; Wildt, Johannes (Hg.) (2013): Professionalisierung der Lehre. Perspektiven formeller und informeller Entwicklung von Lehrkompetenz im Kontext der Hochschulbildung. Reihe Blickpunkt Hochschuldidaktik. Bielefeld: wbv.
- Heiner, Matthias; Bieler, Rolf; Heinze, Aiso (u. a.) (2013):** Kompetenzmodellierung und Kompetenzerfassung. IRT-basierte und qualitative Studien bezogen auf Mathematik und ihre Verwendung im ingenieurwissenschaftlichen Studium – KoM@ING. In: Tekkaya, E. H. A. Erman; Erman, Sabine; Peterman, Marcus; May, Dominique; Friese, Nina; Ernst; Christian; Lenz, Sandra; Müller, Kristina; Schuster; Katharina: Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften, Teaching – Learning. EU-Discussions. Aachen, Bochum, Dortmund.
- Heise, Elke; Zaepernick-Rothe, Ute (2012):** Zufriedenheit von Lehrenden an deutschen Universitäten mit ihrer Lehrtätigkeit. In: Becker, Fred; Krücken, Georg; Wild, Elke (Hg.): Gute Lehre in der Hochschule. Wirkungen von Anreizen, Kontextbedingungen und Reformen. Bielefeld: wbv.

Hermann, Roland (2003): Zur Qualität der Ingenieurausbildung am Beispiel der Laborarbeit. Eine Soll-Ist Analyse und ein Ansatz zur Entwicklung von Grundbefähigungen im Ingenieurstudium. Frankfurt am Main: Peter Lang.

Heublein, Ulrich; Hutzsch, Christopher; Schreiber, Jochen; Sommer, Dieter; Besuch, Georg (2010): Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen – Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/08. Hannover: HIS Hochschulinformationssystem GmbH. Online verfügbar: www.dzhw.eu/pdf/pub_fh/fh-201002.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.

Heublein, Ulrich; Richter, Johanna; Schmelzer, Robert; Sommer, Dieter (2012): Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbrecherquoten an deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010. In: HIS – Forum Hochschule 3. Online verfügbar: http://www.his.de/pdf/pub_fh/fh-201203.pdf. Zuletzt geprüft: 22.11.2014.

Heublein, Ulrich; Richter, Johanna; Schmelzer, Robert; Sommer, Dieter (2014): Die Entwicklung der Studienabbruchquote an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Grundlage des Absolventenjahrgangs 2012. Hannover: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW). Online unter: http://www.dzhw.eu/pdf/pub_fh/fh-201404.pdf. Zuletzt geprüft: 26.09.2014.

Hinz, Andreas; Schumacher, Jörg; Albani, Cornelia; Schmid, Gabriele; Brähler, Elmar (2006): Bevölkerungsrepräsentative Normierung der Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung. In: Diagnostica, Jg. 52, H. 1, S. 26 – 32.

Hochschulrektorenkonferenz (Hg.) (2012): nexus: Impulse für die Praxis. Nr. 1: Kompetenzorientierung im Studium. Vom Konzept zur Praxis. Bonn: Hochschulrektorenkonferenz.

Hopf, Martin; Schecker, Horst; Wiesner, Hartmut (2011): Physikdidaktik kompakt. Hallbergmoos: Aulis Verlag.

Huber, Günter L. (2006): Lernen in Gruppen/Kooperatives Lernen. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien.

Huber, Ludwig (1983): Hochschuldidaktik als Theorie der Bildung und Ausbildung. In: Huber, Ludwig (Ed.): Ausbildung und Sozialisation in der Hochschule. Enzyklopädie Erziehungswissenschaft: 10, Stuttgart: Klett-Cotta, S. 114 – 138. Online verfügbar: <http://pub.uni-bielefeld.de/publication/1781566>. Zuletzt geprüft: 23.04.2014.

Hunter, Regina (2011): Minimal lernen. Bern: hep Verlag.

Jacobs, Bernd (2000): Richtlinien zur Erstellung von einfachen Multiple-Choice-Aufgaben nach Gronlund. Online unter: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2005/516/html/mcguideline.html>. Zuletzt geprüft: 28.09.2014.

Jerusalem, Matthias; Mittag, Waldemar (1999): Selbstwirksamkeit, Bezugsnormen, Leistung und Wohlbefinden in der Schule. In: Jerusalem, Matthias; Pekrun, Reinhard: Emotion, Motivation und Leistung. Göttingen: Hogrefe.

Jonas, Klaus; Brömer, Philip (2002): Die sozial-kognitive Theorie von Bandura. In: Frey, Dieter; Irle, Martin (Hg.): Theorien der Sozialpsychologie. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. 3 Bände. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber (Aus dem Programm Huber, 2), Bd. 2, S. 277 – 299.

Jungmann, Thorsten; Müller, Kristina; Schuster, Katharina (2010): Shift from Teaching to Learning – Anforderungen an die Ingenieurausbildung in Deutschland. In: Journal Hochschuldidaktik. H. 2, S. 6 – 8. Online verfügbar: http://www.zhb.tu-dortmund.de/hd/fileadmin/JournalHD/2010_2/Jungmann_u.a.-Shift_from_Teaching_to_Learning.pdf. Zuletzt geprüft: 20.03.2014.

Jungmann, Thorsten (2011): Forschendes Lernen im Logistikstudium. Systematische Entwicklung, Implementierung und empirische Evaluation eines hochschuldidaktischen Modells am Beispiel des Projektmanagements. Online verfügbar: <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/28955/1/Dissertation.pdf>. Zuletzt geprüft: 22.11.2014.

Jungmann, Thorsten; Ossenbeger, Philipp (2013): Scrutineering Kinetics. Engineering Students put physical laws to the proof. In: Tekkaya, A. Erman et al. (2013): Teaching-Learning.EU discussions. Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften. S. 169 – 178.

Kamphans, Marion; Ernst, Christian; Eickelmann, Jennifer; Metz-Göckel, Sigrid (2011): Lehr-Coaching in der Praxis – das „LeWi-Coaching“. In: Journal Hochschuldidaktik Jg. 22, H. 2, S. 16 – 19.

Kautz, Christian (2001): Untersuchung zum konzeptionellen Verständnis des Lehrstoffes bei Studierenden im ingenieur- wissenschaftlichen Grundstudium an der Technischen Universität Hamburg-Harburg, Bericht, Technische Universität Hamburg-Harburg, 2001.

Kautz, Christian (2006): Aktives Lernen in großen Vorlesungen: Einsatz von Internet-gestützten Vortests und interaktiven Vorlesungsfragen. In: Schlattmann, J. (Hrsg.): Die Bedeutung der Ingenieurpädagogik. Tagungsbericht der 1. IGIP-Regionaltagung, Technische Universität Hamburg-Harburg: März 2006.

Keller, Josef A. (1981): Grundlagen der Motivation. München, Wien, Baltimore: Urban und Schwarzenberg Verlag.

Kirchgeßner, Kilian (2010): Kreative Vielfalt. Wie deutsche Hochschulen den Bologna-Prozess nutzen. Herausgegeben von Hochschulrektorenkonferenz. Online verfügbar: <http://www.hrk.de/news-details/meldung/kreative-vielfalt-wie-deutsche-hochschulen-den-bologna-prozess-nutzen-neue-hrk-broschuere-150/>. Zuletzt geprüft: 27.11.2014.

Klein, Sarah (2011): Wirksamkeitserwartungen und Einflüsse auf den Wissenserwerb erwachsener Lernender – Herleitung eines Modells für die berufliche Weiterbildung aus der Schulforschung. Online verfügbar: http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000010024/Dissertation_Sarah_Klein.pdf?hosts=. Zuletzt geprüft: 22.11. 2014.

Knoll, Jörg (Hrsg.) (1998): Hochschuldidaktik der Erwachsenenbildung. Deutsches Institut für Erwachsenenbildung. Online verfügbar: http://www.die-bonn.de/espid/dokumente/doc-1998/knoll98_01.pdf. Zuletzt geprüft: 06.05.2014.

Köller, Olaf; Möller, Jens (2006): Selbstwirksamkeit. In: Rost, Detlef H. (Hg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 3., überarb. und erw. Aufl. Weinheim: Beltz PVU (Schlüsselbegriffe), S. 693 – 699.

Kovce, Philip (2013): Überfüllte Hörsäle, überladene Lehrpläne. Die Bildungsmisere an deutschen Hochschulen. Online verfügbar: http://www.deutschlandradiokultur.de/ueberfuellte-hoersaele-ueberladene-lehrplaene.1005.de.html?dram:article_id=258672. Zuletzt geprüft: 27.11.2014.

Krapp, Andreas (2006): Interesse. In: Rost, Detlef H. (Hg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 3., überarb. und erw. Aufl. Weinheim: Beltz PVU (Schlüsselbegriffe), S. 280 – 290.

Krapp, Andreas; Weidemann, Bernd (Hrsg.) (2006a): Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Basel: Beltz.

Krapp, Andreas (2005): Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse: Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr- Lerngeschehen. Zeitschrift für Pädagogik, 51 (5), S. 626 – 641.

Krapp, Andreas; Ryan, Richard M. (2002): Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In: Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 44, S. 54 – 82.

Krapp, Andreas (1993): Die Psychologie der Lernmotivation. Perspektiven der Forschung und Probleme ihrer pädagogischen Rezeption. In: Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 39, H. 2, S. 189 – 206.

Krapp, Andreas (1992): Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In: Krapp, Andreas; Prenzel, Manfred: Interesse, Lernen, Leistung. Neue Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster: Aschendorff.

Krause, Ulrike-Marie; Stark, Robin (2006): Vorwissen aktivieren. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.

Krauß, Evelyn (2012): Förderung selbstgesteuertes Lernens durch Aktivierung und Passungsoptimierung lernstrategischen Handelns. Theoretischer Hintergrund und Evaluation eines ressourcenorientierten Trainings für Erwachsene. Online verfügbar: http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00025301/Dissertation.pdf;jsessionid=E9AFABA618A14CB5E80CA99FB8909BA9.

Zuletzt geprüft: 27.11.2014.

Lehner, Martin (2009): Viel Stoff – wenig Zeit. Wege aus der Vollständigkeitsfalle. 2. Aufl. Bern: Haupt.

Lehner, Martin (2009b): Allgemeine Didaktik. Bern: Haupt.

Leutner, Detlev; Leopold, Claudia (2006): Selbstregulation beim Lernen aus Sachtexten. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.

Levin, Anne; Arnold, Karl-Heinz (2004): Aktives Fragenstellen im Hochschulunterricht: Effekte des Vorwissens auf den Lernerfolg. In: Unterrichtswissenschaft 32/4, S. 295 – 307.

Linde, Frank (2011): Das Kerngeschäft für Lehre innovativ entwickeln: Coaching für Neuberufene. In: Journal Hochschuldidaktik 22 (2), S. 24-26. Online verfügbar: http://www.zhb.tu-dortmund.de/hd/fileadmin/JournalHD/2011_2/Journal_HD_2011_2_Linde.pdf. Zuletzt geprüft am 24.09.2014.

Lipowsky, Frank (2004): Dauerbrenner Hausaufgaben. In: Zeitschrift für Pädagogik Jg. 56, H. 12.

Looß, Maike (2007): Lernstrategien, Lernerorientierung, Lern(er)typen. In: Vogt, Helmut; Krüger, Dirk (Hg.): Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden (Springer Lehrbuch). Berlin: Springer, S. 141–151.

Looß, Maike (2001): Lerntypen? Ein pädagogisches Konstrukt auf dem Prüfstand. In: Die Deutsche Schule, H. 2, S. 186 – 198. Online verfügbar: http://www.ifdn.tu-bs.de/didaktikbio/mitarbeiter/looss/looss_Lerntypen.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.

Lübeck, Dietrun (2010): Wird fachspezifisch unterschiedlich gelehrt? – Empirische Befunde zu hochschulischen Lehransätzen in verschiedenen Fachdisziplinen. In: ZFHE, Jg. 5, H. 2; S. 7 – 24. Online verfügbar: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/2/2>. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.

Lübeck, Dietrun (2009): Lehransätze in der Hochschullehre. Dissertationsschrift. Online verfügbar: http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000005893/01_Dissertationsschrift_DietrunLuebeck.pdf. Zuletzt geprüft: 14.09.2014.

- Macke, Gerd; Hacke, Ulrike; Viehmann, Pauline (2008):** Hochschuldidaktik: Lehren, Vortragen, Prüfen. Mit Methodensammlung „Besser Lehren“ auf CD-Rom. Weinheim: Beltz.
- Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix (2006):** Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.
- Mandl, Heinz (2004):** Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In: Journal für Lehrerinnen und Lehrerbildung. H. 3, S. 47–51.
- Mandl, Heinz; Krause, Ulrike-Marie (2001):** Lernkompetenzen für die Wissenschaft. Forschungsbericht Nr. 145. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. Online unter: http://epub.ub.uni-muenchen.de/253/1/FB_145.pdf. Zuletzt geprüft: 24.08.2014.
- Mandl, Heinz; Gerstenmeier, Jochen (2000):** Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze. Göttingen: Hogrefe.
- Martschinke, Sabine (2006):** Selbstkonzept. In: Arnold, Karl-Heinz; Sandfuchs, Uwe; Wiechmann, Jürgen (Hg.): Handbuch Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 583 – 587.
- Mazur, Eric (2006):** Peer Instruction: Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen. In: PdN-PhiS 4/55, S. 11 – 15.
- Mazur, Eric (1997):** Peer Instruction. A User's Manual. New Jersey: Prentice Hall.
- Mikelskis, Helmut F. (Hrsg.) (2006):** Physik-Didaktik – ein Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen-Scriptor.
- Möller, Christine (2006):** Die curriculare Didaktik. In: Gudjons, H., Teske, R., Winkel, R. (Hrsg.): Didaktische Theorien. 12. Auflage, Hamburg: Bergmann und Helbig, S. 75 – 92.
- Möller, Kornelia (2007):** Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: Kahlert, Joachim u. a. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 258 – 266.
- Moosbrugger, Helfried; Schweizer, Karl (2002):** Evaluationsforschung in der Psychologie. In: Zeitschrift für Evaluation; Heft 1, S. 19 – 37. Online unter: http://www.zfev.de/fruehereAusgabe/ausgabe2002-1/download/moosbrugger_schweizer.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.
- Moschner, Barbara; Dickhäuser, Oliver (2006):** Selbstkonzept. In: Rost, Detlef H. (Hg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie (3. überarb. und erw. Aufl). Weinheim: Beltz PVU (Schlüsselbegriffe), S. 685 – 692.
- Muckenfuß, Heinz (2008):** Wetterkunde ein Beispiel für systematisches Lernen im sinnstiftenden Kontext. Online verfügbar: http://www.didaktik.physik.uni-erlangen.de/fortbildung/Wetterkunde_Erlangen.pdf. Zuletzt geprüft: 03.05.2014.

- Müller, Rainer (2006):** Physik in interessanten Kontexten. Online verfügbar: <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf>. Zuletzt geprüft: 27.11.2014.
- Neber, Heinz (2006):** Fragenstellen. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe, S. 50 – 57.
- Nerdinger, Friedemann W.; Neumann, Christina (2007):** Kundenzufriedenheit und Kundenbindung. In: Moser, Klaus (Ed.): Wirtschaftspsychologie. Heidelberg: Springer.
- Neubert, Stefan; Reich, Kersten; Voß, Reinhard (2001):** Lernen als konstruktiver Prozess. In: Hug, Theo (Hg.): Die Wissenschaft und ihr Wissen, Bd. 1. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Niegemann, Helmut; Stadler, Silke (2001):** Hat noch jemand eine Frage? Systematische Unterrichtsbeobachtung zu Häufigkeit und Niveau von Fragen im Unterricht. In: Unterrichtswissenschaft 29/2, S. 171 – 192.
- Palfreyman, Niall (2008):** Ist entdeckendes Lernen für technische Studiengänge geeignet? In: DiNa Nr.11/ Jg. 2008, S. 12 – 34. Online verfügbar: https://www.diz-bayern.de/images/documents/81/DiNa_Ausgabe%2011_2008_WEB.pdf. Zuletzt geprüft: 27.11.2014.
- Pankow, Franziska (2008):** Die Studienreform zum Erfolg machen – Erwartungen der Wirtschaft an die Absolventen. Berlin: DIHK. Online verfügbar unter: http://www.ihk-arnsberg.de/upload/DIHK_Umfrage_Hochschulreform_8431.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.
- Pfäffli, Brigitta K. (2005):** Lehren an Hochschulen. Eine Hochschuldidaktik für den Aufbau von Wissen und Kompetenzen. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt Verlag.
- Pekrun, Reinhard; Hofmann, Hubert (1999):** Lern- und Leistungsemotionen: Erste Befunde eines Forschungsprogramms. In: Jerusalem, Matthias; Pekrun, Reinhard: Emotion, Motivation und Leistung. Göttingen: Hogrefe.
- Pekrun, Reinhard (1988):** Emotion, Motivation und Persönlichkeit. München und Weinheim: Psychologie Verl.-Union.
- Perrez, Meinrad; Huber, Günther L.; Geißler, Karl-Heinz (2006):** Psychologie der pädagogischen Interaktion. In: Krapp, Andreas; Weidemann, Bernd (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz, S. 358 – 421.
- Poser, Katja; Klink, Katrin; Dietz, Anke; Wanner, Alexander (2012):** Integrativer Ansatz zum Ausbau berufsrelevanter Schlüsselkompetenzen in der Ingenieurausbildung. In: ZFHE Jg.7 / Nr.4. Online verfügbar: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/478/514>. Zuletzt geprüft: 14.08.2014.
- Pospeschill, Markus (2006):** Statistische Methoden. Strukturen, Grundlagen, Anwendungen in Psychologie und Sozialwissenschaften. München: Elsevier.

Prenzel, Manfred; Lankes, Eva-Maria; Minsel, Beate (2000): Interessenentwicklung in Kindergarten und Grundschule: Die ersten Jahre. In: Schiefele, Ulrich; Wild, Klaus-Peter (Hg.): Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung ; [Andreas Krapp zu seinem 60. Geburtstag am 3. Juli 2000 gewidmet]. Münster: Waxmann, S. 11 – 30.

Prenzel, Manfred (1997): Sechs Möglichkeiten, Lernende zu demotivieren. In: Gruber, Hans; Renkl, Andreas: Wege zum Können. Determinanten des Kompetenzerwerbs. Bern: Huber, S. 32 – 44.

Reich, Kersten (2008): Konstruktivistische Didaktik. Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool. 4. Aufl. Weinheim; Basel: Beltz.

Reinmann, Gabi (2009): Wie praktisch ist die Universität? Vom situierten zum forschenden Lernen mit digitalen Medien. Online verfügbar unter: http://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2009/08/Artikel_Forschendes_situiertes_Lernen09.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.

Reinmann, Gabi; Mandl, Heinz (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, Andreas; Weidemann, Bernd: Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz, S. 613 – 658.

Rindermann, Heiner (2003): Lehrevaluation an Hochschulen: Schlussfolgerungen aus Forschung und Anwendung für Hochschulunterricht und seine Evaluation. In: Zeitschrift für Evaluation Heft 2/2003, S. 233-256.

Ritter-Mamczek, Bettina (2011): Stoff reduzieren. Methoden für die Lehrpraxis. 1. Auflage. Stuttgart: UTB.

Romeike, Ralf (2010): Output statt Input – Zur Kompetenzformulierung in der Hochschul-lehre Informatik. In: Engbring, D.; Keil, R.; Magenheimer, J.; Selke, H. (Ed.): Tagungsband der 4. Fachtagung zur "Hochschuldidaktik Informatik" (HDI 2010, Paderborn). S. 35 – 46. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Roth, Gerd (2003): Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? Vortrag. Online unter: <http://www.die-bonn.de/doks/roth0301.pdf>. Zuletzt geprüft: 31.08.2014.

Rudolf, Matthias & Müller, Johannes (2004): Multivariate Verfahren. Eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungsbeispielen in SPSS. Göttingen: Hogrefe.

Rudolph, Udo (2009): Motivationspsychologie. 2. Auflage. Weinheim: Beltz.

Rummler, Monika (Hrsg.) (2012): Innovative Lehrformen: Projektarbeit in der Hochschule. Projektbasiertes und problemorientiertes Lehren und Lernen. Weinheim: Beltz.

Russel, Barbara; Slater, Gloria R. L. (2011): Factors that Encourage Student Engagement: Insights from a Case Study of 'First Time' Students in a New Zealand University. In: Journal of University Teaching and Learning Practice. Volume 8, Issue 1. Online verfügbar: <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol8/iss1/7/>. Zuletzt geprüft: 27.11.2014.

Schaper, Niclas (2014): Kompetenzen lehren. In: duz – Deutsche Universitäts Zeitung. Heft 3/2014.

Schaper, Niclas (2012): Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre. Ausgearbeitet für die HRK unter Mitwirkung von: Reis, Oliver; Wildt, Johannes; Horvath, Eva; Bender, Elena. Online verfügbar: http://www.hrk-nexus.de/fileadminredaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/fachgutachten_kompetenzorientierung.pdf. Zuletzt geprüft: 24.08.2014.

Schiefele, Ulrich (2006): Motivation und Lernen mit Texten. Göttingen: Hogrefe.

Schiefele, Ulrich; Streblow, Lilian; Ermgassen, Ulrich; Moschner, Barbara (2003): Lernmotivation und Lernstrategien als Bedingung der Studienleistung. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie. 17 (3 & 4), S. 185 – 198.

Schiefele, Ulrich; Urhahne, Detlef (2000): Motivationale und volitionale Bedingungen der Studienleistung. In: Schiefele, Ulrich; Wild, Klaus-Peter (Hg.): Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung ; [Andreas Krapp zu seinem 60. Geburtstag am 3. Juli 2000 gewidmet]. Münster: Waxmann, S. 183 – 205

Schiefele, Ulrich (1992): Interesse und Qualität des Erlebens im Unterricht. In: Krapp, Andreas; Prenzel, Manfred: Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster: Aschendorff.

Schiefele, Ulrich (1991): Interest, Learning and Motivation. In: Educational Psychologist. Heft 26 (3 & 4), S. 299 – 323.

Schneider, Wolfram; Ihsen, Susanne (2013): Die Wirksamkeit hochschuldidaktischer Maßnahmen aus Sicht von Lehrenden und Studierenden. In: Tekkaya, A. Erman; Jeschke, Sabina; Petermann, Marcus; May, Dominik; Friese, Nina; Ernst, Christiane; Lenz, Sandra; Müller, Kristina; Schuster, Katharina (Hrsg.) (2013): Innovationen für die Zukunft der Lehre in den Ingenieurwissenschaften. TeachING-LearnING.EU discussions. Aachen, Bochum, Dortmund: TeachING-LearnING.EU.

Schneider, Ralf; Szczyrba, Brigitte; Welbers, Ulrich; Wildt, Johannes (Hrsg.) (2009): Wandel der Lehr- und Lernkulturen. Reihe: Blickpunkt Hochschuldidaktik, Band 120. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Scholz, Urte; Gutiérrez Dona, Benicio; Sud, Shonali; Schwarzer, Ralf (2002): Is General Self-Efficacy a Universal Construct? Psychometric Findings from 25 Countries. In: European Journal of Psychological Assessment, Jg. 18, H. 3, S. 242 – 251.

Schumacher, Eva-Maria (2008): Methodenpool 5: Stationenlernen. Online verfügbar: http://www.lehridee.de/data/doc/id_364/MP5-Stationen.pdf. Zuletzt geprüft: 12.05.2014.

Schwarzer, Ralf; Jerusalem, Matthias (1999): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der wis-

senschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: R. Schwarzer.

Schwarzer, Ralf; Jerusalem, Matthias (2002): Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In: Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 44, S. 28 – 53.

Schwarzer, Ralf (o. J.): SWE. Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung. Online verfügbar: <http://userpage.fu-berlin.de/~health/germscal.htm>. Zuletzt geprüft: 30.03.2014.

Sedlmeier, Peter; Renkewitz, Frank (2008): Forschungsmethoden und Statistik in der Psychologie. München: Pearson Education.

Seel, Norbert M. (2003): Psychologie des Lernens. 2. Auflage. München: UTB.

SECo – Sächsisches E-Competence Zertifikat, Sandra Döring (2010): Formulierung von Lernzielen. Didaktische Handreichung. Online unter: http://www.seco-sachsen.de/fileadmin/upload/download_content/Handreichung_Formulierung%20von%20Lernzielen_secolayout_100302.pdf. Zuletzt geprüft: 30.08.2014.

Siebert, Horst (2000): Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Didaktik aus konstruktivistischer Sicht. 3. Auflage. Neuwied: Luchterhand.

Siegel, Sidney (1985): Nichtparametrische statistische Methoden (2. Aufl.). Eschborn: Fachbuchhandlung für Psychologie.

Spitzer, Manfred (2006a): Nervenkitzel. Neue Geschichten vom Gehirn. Heidelberg: Spektrum.

Spitzer, Manfred (2006): Lernen – Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg: Spektrum.

Stark, Robin; Mandl, Heinz (2000): Konzeptualisierung von Motivation und Motivierung im Kontext situierten Lernens. In: Schiefele, Ulrich; Wild, Klaus-Peter (Hg.): Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung; [Andreas Krapp zu seinem 60. Geburtstag am 3. Juli 2000 gewidmet]. Münster: Waxmann, S. 95 – 115.

Stary, Joachim (2008): Stationengespräche. Ein Konzept für selbstgesteuertes Lernen im Hochschulunterricht. In: Berendt, Birgit; Wildt, Johannes; Szczyrba, Birgit: Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten Grundwerk, Griffmarke E 3.4.

Steiner, Gerhard (2006): Wiederholungsstrategien. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe, S. 101 – 111.

Steiner, Gerhard (2006): Lernen und Wissenserwerb. In: Krapp, Andreas; Weidemann, Bernd: Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Basel: Beltz, S. 137 – 202.

Streblow, Lilian; Schiefele, Ulrich (2006): Lernstrategien im Studium. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.

Straka, Gerald A.; Macke, Gerd (2002): Lern-Lehr-Theoretische Didaktik. Münster: Waxmann.

Szczyrba, Birgit; Wildt, Johannes (2005): Vom akademischen Viertel zur methodisch regulierten Anwärmpfase. Lernprozesse durch Arrangements für die Anfangssituationen in Lehrveranstaltungen fördern. In Berendt, Birgit; Wildt, Johannes; Szczyrba, Birgit: Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten Grundwerk, Griffmarke C 2.9.

Szczyrba, Birgit (2006): Instruieren, Arrangieren, Motivieren. Handlungsebenen professioneller Lehre. In Berendt, Birgit; Wildt, Johannes; Szczyrba, Birgit: Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten Grundwerk, Griffmarke A 3.3.

Szczyrba, Birgit; Wiemer, Matthias (2011): Lehrinnovationen durch doppelten Perspektivenwechsel – Fachkulturell tradierte Lehrpraktiken und Hochschuldidaktik im Kontakt. In: Jahnke, Isa; Wildt, Johannes (Hg.): Fachbezogene und fachübergreifende Hochschuldidaktik. Blickpunkt Hochschuldidaktik. Bielefeld: wbv.

Trautwein, Caroline (2013): Lehrebezogene Überzeugungen und Konzeptionen – eine konzeptuelle Landkarte. In: ZFHE, Jg. 8, Nr. 3, S. 1 – 14. Online unter: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/557/562>. Zuletzt geprüft: 22.08.2014.

Trautwein, Ulrich; Köller, Olaf; Baumert, Jürgen (2001): Lieber oft als viel: Hausaufgaben und die Entwicklung von Leistung und Interesse im Mathematik-Unterricht der 7. Jahrgangsstufe. Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 47, Heft 5, S. 703 – 724.

Turpan, Chandra; Finkelstein, Noah D. (2009): Not all interactive engagement is the same: Variations in physics professors implementation of Peer Instruction. In: Physical Review Special Topics – Physics Education Research: Volume 5, Issue 2, Pages 020101-1 – 18.

Umbach, Paul D.; Wawrzynski, Matthew R. (2004): Faculty do matter: The role of college faculty in student learning and engagement. Paper presented at the annual forum of the Association for Institutional Research, Boston, MA. Online verfügbar: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED491002.pdf>. Zuletzt geprüft: 25.04.2014.

Vogt, Helmut; Krüger, Dirk (Hg.) (2007): Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Berlin: Springer.

Vollmeyer, Regina (2006): Ansatzpunkte für die Beeinflussung von Lernmotivation. In: Mandl, Heinz; Friedrich, Helmut Felix: Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.

Wagner, Peter (2011): Eiskalt rausgeprüft. Ingenieure werden gesucht – doch das Studium schreckt viele ab. Die Durchfaller- und Abbrecherquoten sprechen Bände. Online verfügbar: <http://pdf.zeit.de/2011/05/C-MINT-Abbrecher.pdf>. Zuletzt geprüft: 25.04.2014.

Waldherr, Franz; Walter, Claudia (2014): Didaktisch und praktisch. Ideen und Methoden für die Hochschullehre. 2. Auflage. Stuttgart: Schäfer-Poeschel.

Weidemann, Bernd (2010): Erfolgreiche Kurse und Seminare. Professionelles Lernen mit Erwachsenen. 8. Auflage. Weinheim: Beltz.

Weinert, Franz E. (2001): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz.

Wendorff, Jörg (2014): Die Hattie-Studie und sinnvolle Folgerungen für die Hochschullehre. In: DiNA 07/2014. DiZ – Zentrum für Hochschuldidaktik, Ingolstadt.

Wendorff, Jörg (2012): Das Lehrbuch. Trainerwissen auf den Punkt gebracht. 2. Aufl. Bonn: Manager Seminare.

Westermann, Rainer (2006): Studienzufriedenheit. In: Rost, Detlef H. (Hrsg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 3. überarbeitete und erweiterte Auflage. Basel, Berlin: Beltz.

Wild, Elke; Hofer, Manfred; Pekrun, Reinhard (2006): Psychologie des Lernens. In: Krapp, Andreas; Weidenmann, Bernd: Pädagogische Psychologie. 5. vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim: Beltz, S. 203 – 267.

Wild, Elke; Wild, Klaus-Peter (2001): Jeder lernt auf seine Weise ... Individuelle Lernstrategien und Hochschullehre. In: Berendt, Brigit; Wildt, Johannes, Szczyrba, Birgit: Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten Grundwerk, Griffmarke A 2.1.

Wild, Klaus-Peter; Schiefele, Ulrich (2000): Interesse und Lernmotivation – Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung. Münster: Waxmann.

Wild, Klaus-Peter; Schiefele, Ulrich (1994): Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. In: Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie. Jg. 15, Heft 4. S. 185 – 200.

Wild, Klaus-Peter; Krapp, Andreas; Winteler, Adi (1992): Die Bedeutung von Lernstrategien zur Erklärung des Einflusses von Studieninteresse auf Lernleistung. In: Krapp, Andreas; Prenzel, Manfred: Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster: Aschendorff.

Wildt, Johannes (2013): Entwicklungen und Potentiale der Hochschuldidaktik. In: Heiner, Matthias; Wildt, Johannes (Hg.) (2013): Professionalisierung der Lehre. Perspektiven formeller und informeller Entwicklung von Lehrkompetenz im Kontext der Hochschulbildung. Reihe Blickpunkt Hochschuldidaktik. Bielefeld: wbv.

Wildt, Johannes (2011): editorial. Coaching im Feld der Hochschule: What's in it? In: Journal Hochschuldidaktik. 22 (2), S. 3. Online verfügbar: http://www.zhb.tu-dortmund.de/hd/fileadmin/JournalHD/2011_2/Journal_HD_2011_2_Editorial.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.

- Wildt, Johannes (2009): Shift from traching to learning** Herausforderungen einer kompetenzorientierten Studiengangsgestaltung. Präsentationsfolien zum Vortrag in Berlin am 24.10.2009. Online verfügbar: <http://slideplayer.de/slide/214169/>. Zuletzt geprüft: 16.05.2014.
- Wildt, Johannes (2006):** „Ein hochschuldidaktischer Blick auf Lehren und Lernen. Eine kurze Einführung in die Hochschuldidaktik“. In: Berendt, Brigit; Wildt, Johannes, Szczyrba, Brigit: Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten Grundwerk, Griffmarke A 1.1.
- Wildt, Johannes (2003):** „The Shift from Teaching to Learning – Thesen zum Wandel der Lernkultur in modularisierten Studienstrukturen“. In: Unterwegs zu einem europäischen Bildungssystem. Hrsg. von Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Landtag NRW. Düsseldorf.
- Winteler, Adi (2008):** Professionell lehren und lernen. Ein Praxisbuch. 3. Auflage. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Winteler, Adi; Forster, Peter (2008):** Lern-Engagement Studierender. Indikator für die Qualität und Effektivität von Lehre und Studium. In: HSW – Das Hochschulwesen. Jahrgang 56, Heft 6, S. 162 – 170. Online verfügbar: http://www.uni-kassel.de/einrichtungen/fileadmin/datas/einrichtungen/scl/Veranstaltungen/Vortrag_Winteler_Student_Engagement.pdf. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.
- Winteler, Adi (2006):** Lehrende an Hochschulen. In: Krapp, Andreas; Weidemann, Bernd (Hrsg): Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz, S. 334 – 346.
- Winteler, Adi (2000):** Zur Bedeutung der Qualität der Lehre für die Lernmotivation Studierender. In: Schiefele, Ulrich; Wild, Klaus-Peter (Hg.): Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung ; [Andreas Krapp zu seinem 60. Geburtstag am 3. Juli 2000 gewidmet]. Münster: Waxmann, S. 133 – 144.
- Wissenschaftsrat (2008):** Empfehlungen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium. Köln: WR, Geschäftsstelle. Online verfügbar: <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/8639-08.pdf>. Zuletzt geprüft: 24.09.2014.
- Wottawa, Heinrich (2006):** Evaluation. S. 162 – 168. In: Rost, D.: Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz.
- Zimmermann, Barry J. (2000):** Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. In: Contemporary Educational Psychology, 25, S. 82 – 91

Kapitel IX: Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: LERNEN ALS PROZESS (EIGENE DARSTELLUNG)	8
ABBILDUNG 2 LERNSTRATEGIEN (EIGENE DARSTELLUNG)	30
ABBILDUNG 3: EINFLÜSSE AUF LERNEN (EIGENE DARSTELLUNG)	39
ABBILDUNG 4: KOMPETENZBEREICHE (EIGENE DARSTELLUNG)	41
ABBILDUNG 5: CONSTRUCTIVE ALIGNMENT NACH BIGGS & TANG 2011, S. 105	46
ABBILDUNG 6: LERNZIELEBENEN NACH BLOOM	48
ABBILDUNG 7: GRUPPENPUZZLE (EIGENE DARSTELLUNG)	105
ABBILDUNG 8: ZEITSTRAHL DER ERHEBUNG	118
ABBILDUNG 9: MITTELWERTVERGLEICH WISSENSTESTS ZWISCHEN <i>INVERSEM MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i>	125
ABBILDUNG 10 ANZAHL DER RICHTIGEN ANTWORTEN ZU <i>AUFGABE 2</i> ZU DEN VERSCHIEDENEN MZP IN %	126
ABBILDUNG 11: ANZAHL DER RICHTIGEN ANTWORTEN ZU <i>AUFGABE 3</i> ZU DEN VERSCHIEDENEN MZP IN %	127
ABBILDUNG 12: ANZAHL DER RICHTIGEN ANTWORTEN ZU <i>AUFGABE 5</i> ZU DEN VERSCHIEDENEN MZP IN %	128
ABBILDUNG 13: MITTELWERTVERGLEICH BZGL. SELBSTWIRKSAMKEITSERWARTUNG ZWISCHEN DEN BEIDEN VERANSTALTUNGSARTEN UND DEN ZWEI MESSZEITPUNKTEN	135
ABBILDUNG 14: WÖCHENTLICHER ZEITAUFWAND	137

Kapitel X: Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: GEGENÜBERSTELLUNG <i>INVERSES MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i>	76
TABELLE 2: DIDAKTISCHE REKONSTRUKTIONSBEREICHE NACH BAUMGARTNER (2011), S. 58	81
TABELLE 3: TAXONOMIE DER DIDAKTISCHEN GESTALTUNG NACH BAUMGARTNER (2011), S. 115	83
TABELLE 4: AUSZUG AUS DEM GRUNDLAGEN-MEMORY	108
TABELLE 5: HYPOTHESEN UND INSTRUMENTE	111
TABELLE 6: ZUSAMMENSETZUNG DER STICHPROBE; VERTEILUNG IN DEN VERANSTALTUNGSARTEN – HÄUFIGKEITEN ZU MZP T1	113
TABELLE 7: BEISPIELAUFGABEN WISSENSTEST	116
TABELLE 8: VERSCHIEDENE KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN (BELLER 2004, S. 73)	121
TABELLE 9: DESKRIPTIVE STATISTIK (MITTELWERT UND STANDARDABWEICHUNG) DER ERHOBENEN FRAGEBÖGEN ZU DEN VERSCHIEDENEN MESSZEITPUNKTEN IN DER GESAMTSTICHPROBE	124
TABELLE 10 MITTELWERTUNTERSCHIEDE DER VERANSTALTUNGSBEWERTUNG GETRENNT NACH <i>INVERSEM MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i> (1 = STIMME VOLL ZU BIS 5 = STIMME NICHT ZU)	130
TABELLE 11: MITTELWERTUNTERSCHIEDE DER GESAMTBEURTEILUNG GETRENNT NACH <i>INVERSEM MODUL UND VORLESUNG</i>	131

TABELLE 12: MITTELWERTUNTERSCHIEDE DER LERNSTRATEGIEN (LIST) GETRENNT NACH <i>INVERSEM</i> <i>MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i> ZU T3.....	133
TABELLE 13: SIGNIFIKANTE MITTELWERTUNTERSCHIEDE DER LERNSTRATEGIEN (LIST) GETRENNT NACH <i>INVERSEM MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i> ZU DEN MZP; <i>ANMERKUNG</i> : * $P < .05$; ** $P < .01$ UND *** $P < .001$	134
TABELLE 14: DESKRIPTIVE STATISTIKEN UND INTERKORRELATIONEN DER GESAMTSTICHPROBE (N = 76) ZU T3	141
TABELLE 15: MITTELWERTUNTERSCHIEDE GETRENNT NACH <i>INVERSEM MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i> ZU MZP T1	XXXI
TABELLE 16: MITTELWERTUNTERSCHIEDE DER LERNSTRATEGIEN (LIST) GETRENNT NACH <i>INVERSEM</i> <i>MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i> ZU DEN MZP; <i>ANMERKUNG</i> : * $P < .05$; ** $P < .01$ UND *** $P < .001$	XXXIII
TABELLE 17: DESKRIPTIVE STATISTIKEN UND INTERKORRELATIONEN DER GESAMTSTICHPROBE (N = 76) ZU MZP T1 GETRENNT NACH <i>INVERSEM MODUL</i> UND <i>VORLESUNG</i>	XXXIV
TABELLE 18: DESKRIPTIVE STATISTIKEN UND INTERKORRELATIONEN DER GESAMTSTICHPROBE (N = 76) ZU T1 UND T3	XXXV

Kapitel XI: Anhang

1. Weitere Auswertungen

1.1 Richtige Antworten im Wissenstest zu den drei Messzeitpunkten

Vollständige Gegenüberstellung der Aufgaben incl. der Angaben zu dem Prozentsatz richtiger Antworten kumuliert aus beiden Veranstaltungen (T1 = Messzeitpunkt 1, T2 = Messzeitpunkt 2, T3 = Messzeitpunkt 3)

Aufgabe 1:

- T1_Wissenstest 1: Was für einen Massenanteil Wasser hat ein binäres Gemisch aus 10 kg Wasser und 15 kg Aceton? **66% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 1: Welche Molbeladung Wasser hat ein binäres Gemisch aus 6 kmol Wasser und 15 kmol Aceton? **77% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 1: Was für eine Massenbeladung Wasser hat ein binäres Gemisch aus 9 kg Wasser und 15 kg Aceton? **69% richtig geantwortet**

Aufgabe 2:

- T1_Wissenstest 2: Wie viele thermodynamische Freiheitsgrade hat das System? **46% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 2: Welche Verdampfungswärme kann für Wasser (Molmasse 18 g/mol) mit Hilfe der Troutonschen Regel abgeschätzt werden? **23% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 2: Wozu dient die Gleichung von Raoult? **59% richtig geantwortet**

Aufgabe 3:

- T1_Wissenstest 3: Welche Verdampfung findet im unten dargestellten Fallfilmverdampfer statt? **63% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 3: In welchem Betriebsbereich werden Verdampfer üblicherweise betrieben? **45% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 3: Bei welcher der im p,T-Diagramm dargestellten wässrigen Salzlösungen ist die Salzkonzentration am größten? **70% richtig geantwortet**

Aufgabe 4:

- T1_Wissenstest 4: Welche Übertragungsfläche ist für einen Verdampfer mindestens erforderlich, ... **29% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 4: Bei welcher Verdampfung stehen Dampf- und Flüssigphase in einem ständigen Gleichgewicht? **84% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 4: Welche Verdampfung findet im unten dargestellten Sprühhilmverdampfer statt? **56% richtig geantwortet**

Aufgabe 5:

- T1_Wissenstest 5: Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen eine feste Phase mit reinem Salz erreicht werden? **29% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 5: Wie groß muss der Kühlwassermassenstrom ($c_p=4 \text{ kJ/(kg K)}$) eines Wärmeübertragers mindestens sein, um einen Wärmestrom von 20 kW bei einer Erwärmung um 25 K abzuführen? **75% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 5: Welche Temperaturdifferenz ist nun zur Übertragung des Wärmestroms notwendig? **25% richtig geantwortet**

Aufgabe 6:

- T1_Wissenstest 6: In welchem Zustand wird der Feedstrom nach untenstehendem McCabe-Thiele Diagramm der Rektifikationskolonne zugeführt? **29% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 6: Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen eine feste Phase mit reinem Wasser erreicht werden? **59% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 6: Wie groß ist die Dampfbelastung einer Rektifikationskolonne bei einer Leerrohrgeschwindigkeit von 1 m/s und einer Gasdichte von $1,21 \text{ kg/m}^3$? **36% richtig geantwortet**

Aufgabe 7:

- T1_Wissenstest 7: Wie viele theoretische Trennstufen werden benötigt, um die Trennleistung der im obenstehenden McCabe-Thiele Diagramm dargestellten Rektifikation zu erzielen? **26% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 7: Welcher Durchmesser ist für eine Rektifikationskolonne mit einer zulässigen Flüssigkeitsbelastung von $12 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ und einem Volumenstrom von $9 \text{ m}^3/\text{h}$ erforderlich? **34% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 7: In der untenstehenden Abbildung ist die Beladung eines Lösungsmittels mit einem Gas bei unterschiedlichen Temperaturen dargestellt. Welche Temperatur ist am höchsten? **67% richtig geantwortet**

Aufgabe 8:

- T1_Wissenstest 8: Welches Lösungsmittel ist bei einer Absorption energetisch gesehen für große Gasmengen günstiger? **37% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 8: Welche Beladungskurve entspricht dem Verhalten eines idealen physikalischen Lösungsmittels? **75% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 8: Bei welcher der im obenstehenden Diagramm dargestellten Arbeitsgeraden ist die Höhe der Absorptionskolonne am größten? **79% richtig geantwortet**

Aufgabe 9:

- T1_Wissenstest 9: Welche Beladungskurve entspricht dem Verhalten eines idealen chemischen Lösungsmittels? **25% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 9: Bei welcher der Arbeitsgeraden in der oben dargestellten Desorption liegt die geringste Strippgasmenge vor? **55% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 9: Bei welcher der im obenstehenden Diagramm dargestellten Arbeitsgeraden ist der umlaufende Lösungsmittelstrom am größten? **74% richtig geantwortet**

Aufgabe 10:

- T1_Wissenstest 10: Wie ändert sich die Gaslöslichkeit eines Absorptionsmittels mit steigender Temperatur? **29% richtig geantwortet**
- T2_Wissenstest 10: In der obenstehenden Abbildung ist die Beladung eines Lösungsmittels mit einem Gas bei unterschiedlichen Temperaturen dargestellt. Welche Temperatur ist am höchsten? **74% richtig geantwortet**
- T3_Wissenstest 10: Wie ändert sich die Gaslöslichkeit eines Absorptionsmittels mit steigendem Druck? **75% richtig geantwortet**

1.2 Kreuztabellen Wissenstestaufgaben

		Veranstaltungsart		Gesamt	Chi-Quadrat (df = 1)	p	Φ
		Inverses Modul	Vorlesung				
T1_Wissenstest 1: Was für einen Massenanteil Wasser hat ein binäres Gemisch aus 10 kg Wasser und 15 kg Aceton?	0 Punkte	7	19	26	.010	.92	.011
	1 Punkt	14	36	50			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 1: Welche Molbeladung Wasser hat ein binäres Gemisch aus 6 kmol Wasser und 15 kmol Aceton?	0 Punkte	3	7	10	.226	.63	.072
	1 Punkt	13	21	34			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 1: Was für eine Massenbeladung Wasser hat ein binäres Gemisch aus 9 kg Wasser und 15 kg Aceton?	0 Punkte	4	15	19	1.311	.25	.147
	1 Punkt	15	27	42			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 2: Wie viele thermodynamische Freiheitsgrade hat das System?	0 Punkte	13	28	41	.740	.39	.099
	1 Punkt	8	27	35			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 2: Welche Verdampfungswärme kann für Wasser (Molmasse 18g/mol) mit Hilfe der Troutonschen Regel abgeschätzt werden?	0 Punkte	15	19	34	3.887	.049*	.297
	1 Punkt	1	9	10			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 2:	0 Punkte	9	16	25	.465	.50	.087

Wozu dient die Gleichung von Raoult?	1 Punkt	10	26	36			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 3:	0 Punkte	8	20	28	.020	.89	.016
Welche Verdampfung findet im unten dargestellten Fallfilmverdampfer statt?	1 Punkt	13	35	48			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 3: In welchem Betriebsbereich werden Verdampfer üblicherweise betrieben:	0 Punkte	11	13	24	2.046	.15	.216
	1 Punkt	5	15	20			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 3: Bei welcher der im p,T-Diagramm dargestellten wässrigen Salzlösungen ist die Salzkonzentration am größten?	0 Punkte	2	16	18	4.780	.03*	.280
	1 Punkt	17	26	43			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 4:	0 Punkte	15	39	54	.002	.97	.005
Welche Übertragungsfläche ist für einen Verdampfer mindestens erforderlich, ...	1 Punkt	6	16	22			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 4: Bei welcher Verdampfung stehen Dampf- und Flüssigphase in einem ständigen Gleichgewicht?	0 Punkte	1	6	7	1.753	.19	.200
	1 Punkt	15	22	37			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 4:	0 Punkte	7	20	27	.616	.43	.100
Welche Verdampfung findet im unten darge-	1 Punkt	12	22	34			

stellten Sprühfilmverdampfer statt?							
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 5: Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen eine feste Phase mit reinem Salz erreicht werden?	0 Punkte	17	37	54	1.383	.24	.135
	1 Punkt	4	18	22			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 5: Wie groß muss der Kühlwassermassenstrom ($c_p = 4 \text{ kJ/(kg K)}$) eines Wärmeübertragers mindestens sein, um einen Wärmestrom von 20 kW bei einer Erwärmung um 25 K abzuführen?	0 Punkte	2	9	11	2.095	.15	.218
	1 Punkt	14	19	33			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 5: Welche Temperaturdifferenz ist nun zur Übertragung des Wärmestroms notwendig?	0 Punkte	11	35	46	4.565	.03*	.274
	1 Punkt	8	7	15			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 6: In welchem Zustand wird der Feedstrom nach untenstehendem McCabe-Thiele Diagramm der Rektifikationskolonne zugeführt?	0 Punkte	14	40	54	.271	.60	.060
	1 Punkt	7	15	22			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 6: Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen	0 Punkte	7	11	18	.084	.77	0.04 4

eine feste Phase mit reinem Wasser erreicht werden?	1 Punkt	9	17	26			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 6: Wie groß ist die Dampfbelastung einer Rektifikationskolonne bei einer Lehrrohrgeschwindigkeit von 1 m/s und einer Gasdichte von 1,21 kg/m³?	0 Punkte	9	30	39	3.284	.07	.232
	1 Punkt	10	12	22			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 7: Wie viele theoretische Trennstufen werden benötigt, um die Trennleistung der im obenstehenden McCabe-Thiele Diagramm dargestellten Rektifikation zu erzielen?	0 Punkte	15	41	56	.076	.78	.032
	1 Punkt	6	14	20			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 7: Welcher Durchmesser ist für eine Rektifikationskolonne mit einer zulässigen Flüssigkeitsbelastung von 12 m³/(m²h) und einem Volumenstrom von 9 m³/h erforderlich?	0 Punkte	10	19	29	.130	.72	.054
	1 Punkt	6	9	15			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 7: In der untenstehenden Abbildung ist die Beladung eines Lösungsmittels mit einem Gas bei unter-	0 Punkte	5	15	20	.524	.47	.093
	1 Punkt	14	27	41			

schiedlichen Temperaturen dargestellt. Welche Temperatur ist am höchsten?							
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 8:	0 Punkte	13	35	48	.020	.89	.016
Welches Lösungsmittel ist bei einer Absorption energetisch gesehen für große Gasmengen günstiger?	1 Punkt	8	20	28			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 8:	0 Punkte	5	6	11	.524	.47	.109
Welche Beladungskurve entspricht dem Verhalten eines idealen physikalischen Lösungsmittels?	1 Punkt	11	22	33			
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 8: Bei welcher der im obestehenden Diagramm dargestellten Arbeitsgeraden ist die Höhe der Absorptionskolonne am größten?	0 Punkte	5	8	13	.412	0.52	.082
	1 Punkt	14	34	48			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 9:	0 Punkte	18	39	57	1.777	.18	.153
Welche Beladungskurve entspricht dem Verhalten eines idealen chemischen Lösungsmittels?	1 Punkt	3	16	19			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 9: Bei welcher der Arbeitsgeraden in der oben dargestellten Desorp-	0 Punkte	6	14	20	.642	0.42	.121
	1 Punkt	10	14	24			

tion liegt die geringste Strippgasmenge vor?							
Gesamt		16	28	44			
T3_Wissenstest 9: Bei welcher der im obenstehenden Diagramm dargestellten Arbeitsgeraden ist der umlaufende Lösungsmittelstrom am größten?	0 Punkte	7	9	16	1.606	.21	.162
	1 Punkt	12	33	45			
Gesamt		19	42	61			
T1_Wissenstest 10: Wie ändert sich die Gaslöslichkeit eines Absorptionsmittels mit steigender Temperatur?	0 Punkte	13	41	54	1.181	.28	.125
	1 Punkt	8	14	22			
Gesamt		21	55	76			
T2_Wissenstest 10: In der obenstehenden Abbildung ist die Beladung eines Lösungsmittels mit einem Gas bei unterschiedlichen Temperaturen dargestellt. Welche Temperatur ist am höchsten?	0 Punkte	2	9	11	2.290	.13	.231
	1 Punkt	14	18	32			
Gesamt		16	27	43			
T3_Wissenstest 10: Wie ändert sich die Gaslöslichkeit eines Absorptionsmittels mit steigendem Druck?	0 Punkte	8	8	16	3.594	.058	.243
	1 Punkt	11	34	45			
Gesamt		19	42	61			

Kreuztabellen der Ergebnisse der einzelnen Wissenstests aufgaben zwischen Lehrveranstaltungsart und Zeit.

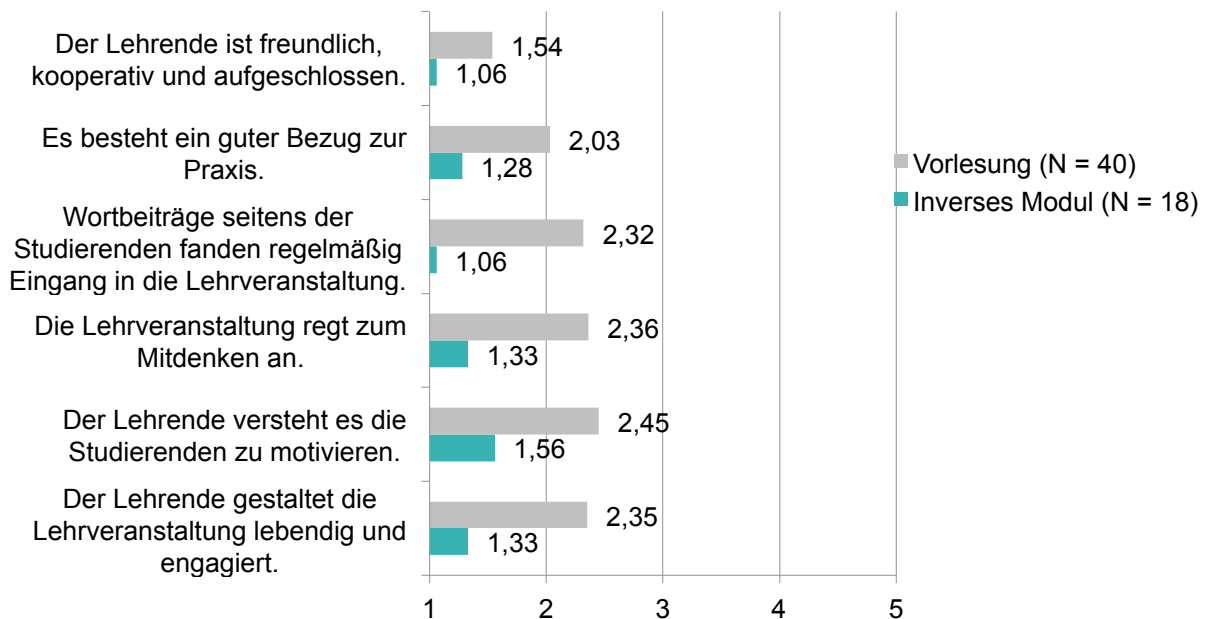
1.3 Lehrveranstaltungsevaluation alle Items

Mittelwertunterschiede der Veranstaltungsbewertung getrennt nach *Inversem Modul* und Vorlesung (1 = stimme voll zu bis 5 = stimme nicht zu)

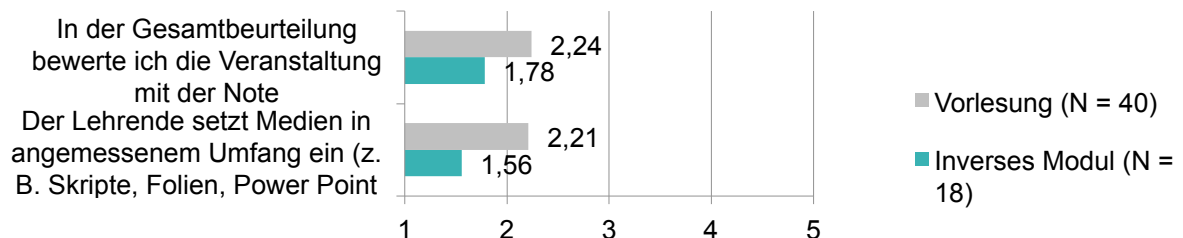
	<i>Inverses Modul</i> (N = 18)		Vorlesung (N = 40)				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	F (1,57)	<i>p</i>	η^2
Der Lehrende gestaltet die Lehrveranstaltung lebendig und engagiert.	1.33	.49	2.35	1.03	15.93	.000***	.221
Der Lehrende versteht es die Studierenden zu motivieren.	1.56	.62	2.45	.75	19.62	.000***	.259
Der Lehrende strukturiert die Lehrveranstaltung übersichtlich.	2.22	.88	1.95	.98	1.02	.318	.018
Der Lehrende wirkt gut vorbereitet.	1.47	.72	1.51	.72	0.04	.841	.001
Die Bedeutung/der Nutzen der behandelten Themen wird vermittelt.	1.56	.62	2.03	.84	4.48	.039*	.075
Es besteht ein guter Bezug zur Praxis.	1.28	.57	2.03	.90	10.36	.002**	.158
Der Lehrende geht auf Fragen/Anregungen und Einwände ein.	1.06	.24	1.41	.64	5.20	.026*	.086
Der Lehrende ist fachlich kompetent.	1.11	.32	1.31	.66	1.45	.234	.026
Der Lehrende setzt Medien in angemessenem Umfang ein (z. B. Skripte, Folien, Power Point Präsentationen).	1.56	.70	2.21	.89	7.37	.009**	.118
Die Medien haben das Lernen unterstützt.	1.94	1.00	2.46	.94	3.58	.064	.061

Der Lehrende ist freundlich, kooperativ und aufgeschlossen.	1.06	.24	1.54	.60	10.05	.003***	.157
Ich lerne viel in der Veranstaltung.	2.00	.69	2.38	.94	2.43	.125	.042
Die Anforderungen sind angemessen.	2.00	.84	2.28	.89	1.29	.262	.023
Die erworbenen Kenntnisse haben mir in anderen Veranstaltungen geholfen.	2.78	.73	2.36	.93	2.82	.099	.049
Die Inhalte der Lehrveranstaltung waren aktuell.	1.72	.75	2.00	.77	1.61	.210	.029
Es wurde an das Vorwissen der Studierenden angeknüpft.	2.00	.69	1.95	.72	0.06	.801	.001
Die Lehrveranstaltung regt zum Mitdenken an.	1.33	.77	2.36	.99	15.17	.000***	.216
Wortbeiträge seitens der Studierenden fanden regelmäßig Eingang in die Lehrveranstaltung.	1.06	.24	2.32	.96	29.80	.000***	.356
Der Lehrende war außerhalb der Lehrveranstaltung in ausreichendem Maße zu erreichen und gesprächsbereit.	1.59	.71	2.18	.72	7.13	.011*	.142
Die Veranstaltung sprach Menschen mit unterschiedlichen Interessen gleichermaßen an.	2.58	1.07	2.69	.98	0.16	.691	.003
Achtung: geänderte Antwortmöglichkeit (s. hierzu Tabelle 11). In der Gesamtbeurteilung bewerte ich die Veranstaltung mit der Note	1.78	.52	2.24	.69	6.76	.012**	.111

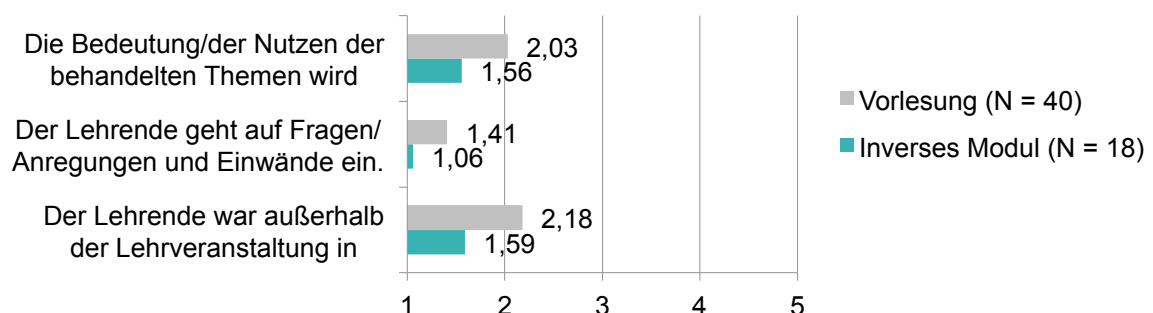
Auf dem 0.1%-Niveau signifikante Unterschiede



Auf dem 1%-Niveau signifikante Unterschiede



Auf dem 5%-Niveau signifikante Unterschiede



1.4 Lernstrategien

Unterschiede der Lernstrategien (LIST) getrennt nach *Inversem Modul* und Vorlesung zu MZP T1 SUMMENSORE (1 = stimme voll zu bis 5 = stimme nicht zu) nach Wild & Schiefele, 1994.

	<i>Inverses Modul</i> (N = 21)		<i>Vorlesung</i> (N = 56)				
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	F (1,76)	p	η^2
T1_SUM_Organisation [Alpha = .82]	22.76	6.66	24.86	5.82	1.83	.18	.024
T1_SUM_Zusammenhänge/ Elaboration [Alpha = .72]	28.29	7.09	25.63	5.11	3.32	.07	.042
T1_SUM_Kritisches Prüfen [Alpha = .77]	22.86	7.25	19.91	5.33	3.81	.05	.048
T1_SUM_Wiederholen [Alpha = .73]	19.52	5.05	21.75	5.64	2.51	.12	.032
T1_SUM_Anstrengung [Alpha = .74]	30.29	4.82	29.36	5.06	.53	.47	.007
T1_SUM_Konzentration [Alpha = .90]	17.00	5.33	16.48	4.73	.17	.68	.002
T1_SUM_Zeitmanagement [Alpha = .83]	11.57	4.41	12.45	3.66	.78	.38	.010
T1_SUM_Lernumgebung [Alpha = .71]	22.00	4.43	22.54	4.60	.21	.65	.003
T1_SUM_Studienkollegen [Alpha = .82]	25.76	5.55	21.41	5.60	9.27	.00***	.110
T1_SUM_Literatur [Alpha = .72]	13.81	3.84	13.73	3.14	.01	.93	.000
T1_SUM_Metakognitive Strategien [Alpha = .64]	39.10	6.23	37.82	4.94	.88	.35	.012

Tabelle 15: Mittelwertunterschiede getrennt nach *Inversem Modul* und Vorlesung zu MZP T1

						Quelle der Varianz					
						Haupteffekte			Interaktionseffekt		
		T1		T3		Zeit			Zeit x Veranstaltungsart		
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>df</i> = 1	<i>p</i>	η^2	<i>df</i> = 1	<i>p</i>	η^2
Organisation	<i>Inverses Modul</i>	22.94	6.79	25.11	6.01	6.06	.02*	.116	.18	.68	.004
	Vorlesung	25.43	5.99	26.97	5.93						
Zusammenhänge/Elaboration	<i>Inverses Modul</i>	28.94	6.26	28.89	5.77	.26	.62	.006	.16	.69	.003
	Vorlesung	25.87	5.12	25.40	6.01						
Kritisches Prüfen	<i>Inverses Modul</i>	23.39	7.52	21.56	6.43	.49	.49	.010	.46	.07	.070
	Vorlesung	19.30	5.03	20.13	5.31						
Wiederholen	<i>Inverses Modul</i>	18.67	4.89	19.56	4.87	.82	.37	.018	.38	.54	.008
	Vorlesung	22.23	6.32	22.40	5.71						
Anstrengung	<i>Inverses Modul</i>	29.89	5.06	28.67	6.51	1.41	.24	.030	1.13	.29	.024
	Vorlesung	30.70	4.58	30.63	4.92						
Konzentration	<i>Inverses Modul</i>	17.28	5.48	17.50	4.36	2.08	.16	.043	.94	.34	.020
	Vorlesung	15.67	3.93	16.80	3.84						
Zeitmanagement	<i>Inverses Modul</i>	11.94	4.39	11.78	3.46	.43	.51	.009	1.01	.32	.021
	Vorlesung	12.80	3.59	13.60	3.74						
Lernumgebung	<i>Inverses Modul</i>	22.33	4.56	21.89	4.00	.02	.89	.000	.49	.49	.011
	Vorlesung	23.23	4.67	23.53	3.85						
Studienkollegen	<i>Inverses Modul</i>	26.17	4.41	25.89	4.57	.28	.60	.006	.00	.98	.000
	Vorlesung	21.53	5.81	21.23	5.96						
Literatur	<i>Inverses Modul</i>	13.50	3.82	14.28	3.16	.11	.74	.002	5.44	.02*	.106

	Vorlesung	14.03	2.70	13.00	2.95						
Metakognitive Strategien	<i>Inverses Modul</i>	38.56	6.35	38.17	6.76	.00	.97	.000	.19	.67	.004
	Vorlesung	38.63	4.59	38.97	5.21						

Tabelle 16: Mittelwertunterschiede der Lernstrategien (LIST) getrennt nach *Inverses Modul* und Vorlesung zu den MZP; Anmerkung: * $p < .05$; ** $p < .01$ und * $p < .001$**

1.5 Interkorrelationen

Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen zu MZP T1

		<i>Inverses Modul</i> (N = 21)		Interkorrelationen													Vorlesung (N = 56)	
		M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	M	SD
1	T1_SUM_Organisation (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .82]	22.76	6.66	(.80)	.16	.09	.34**	.30*	-.08	.49***	.41**	-.03	.25	.25	.09	.02	24.86	5.82
2	T1_SUM_Zusammenhänge/Elaboration (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .72]	28.29	7.09	-.11	(.85)	.42**	-.11	-.07	-.08	-.03	.00	.09	.17	.35**	.17	.24	25.63	5.11
3	T1_SUM_Kritisches Prüfen (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .77]	22.86	7.25	-.24	.77***	(.86)	-.26	-.01	-.21	.04	.11	-.14	.13	.21	.23	.10	19.91	5.33
4	T1_SUM_Wiederholen (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .73]	19.52	5.05	.52*	-.15	-.05	(.81)	.31*	-.12	.40**	.54***	.01	.11	.38**	-.12	-.13	21.75	5.64
5	T1_SUM_Anstrengung (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .74]	30.29	4.82	.06	-.25	.01	.11	(.76)	-.33*	.34**	.63***	.11	.25	.50***	.29*	.04	29.36	5.06
6	T1_SUM_Konzentration (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .90]	17.00	5.33	-.12	.26	.21	.09	-.32	(.92)	-.14	-.34**	.10	-.15	-.18	-.19	-.03	16.48	4.73
7	T1_SUM_Zeitmanagement (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .83]	11.57	4.41	.59**	.19	-.04	.41	.02	.00	(.85)	.42**	-.08	.35**	.37**	.18	.01	12.45	3.66

8	T1_SUM_Lernumgebung (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .71]	22.00	4.43	.34	.34	.38	.25	.16	-.27	.64**	(.75)	.02	.26	.48***	.22	.09	22.54	4.60
9	T1_SUM_Studienkollegen (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .82]	25.76	5.55	.55**	.25	-.10	.03	-.11	-.05	.29	.11	(.85)	.21	.44**	.15	-.01	21.41	5.60
10	T1_SUM_Literatur (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .72]	13.81	3.84	.46*	.18	.13	.21	.34	-.10	.15	.11	.31	(.76)	.26	.21	.25	13.73	3.14
11	T1_SUM_Metakognitive Strategien (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .64]	39.10	6.23	.15	.37	.44*	.35	.23	-.19	.49*	.62**	.11	.35	(.60)	.19	.00	37.82	4.94
12	T1_MW_Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (Jerusalem & Schwarzer, 1981, rev. 1999) [Alpha = .78]	3.11	.39	.06	.34	.49*	-.02	.12	-.07	.21	.41	.26	.17	.57**	(.82)	.12	2.90	.41
13	T1_SUM_Ergebnis des Wissens-tests	3.67	2.18	.27	-.17	-.18	.01	.17	-.58**	.15	.31	.01	.39	.21	-.06		3.84	1.64

Tabelle 17: Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen der Gesamtstichprobe (N = 76) zu MZP T1 getrennt nach Inversem Modul und Vorlesung

Anmerkung: *** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.001 (2-seitig), ** 0.01 (2-seitig) und * 0.05 (2-seitig) signifikant. In der Hauptdiagonalen stehen die Reliabilitäten der Skalen in Klammern.

Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen zu T1 und T3

		T1		Interkorrelationen													T3	
		M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	M	SD
1	Organisation (Wild & Schiefele, 1994 bis 11) [Alpha = .82]	24.29	6.09	(.80/.81)	.11	.11	.52***	.57***	-.13	.46***	.49***	.29*	.29*	.60***	-.07	.22	26.26	6.39
2	Zusammenhänge/Elaboration [Alpha = .72]	26.35	5.79	.03	(.85/.89)	.63***	.08	.12	.11	.21	.29*	.30*	.09	.38**	-.04	.16	26.21	6.29
3	Kritisches Prüfen [Alpha = .77]	20.71	6.01	-.06	.59***	(.86/.83)	.10	.24	-.06	.38**	.32*	.17	.28*	.35**	-.02	.23	20.51	5.52

4	Wiederholen [Alpha = .73]	21.14	5.54	.40***	-.16	-.23*	(.81/.81)	.54***	.04	.36**	.47***	.05	.15	.47***	-.01	.07	21.15	5.46
5	Anstrengung [Alpha = .74]	29.61	4.98	.21	-.11	.02	.24*	(.76/.79)	-.20	.48***	.70***	.20	.26*	.69***	.19	.16	29.64	5.82
6	Konzentration [Alpha = .90]	16.62	4.87	-.10	.06	-.05	-.07	-.32**	(.92/.91)	-.24	-.15	.09	-.26*	-.03	-.21	-.10	16.93	4.64
7	Zeitmanagement [Alpha = .83]	12.21	3.87	.53***	0.03	-.01	.41***	.24*	-.10	(.85/.84)	.59***	.11	.09	.35**	-.16	.18	12.33	3.82
8	Lernumgebung [Alpha = .71]	22.39	4.53	.39***	.10	.18	.47***	.50***	-.32**	.48***	(.75/.74)	.16	.19	.65***	.10	.06	22.61	4.57
9	Studienkollegen [Alpha = .82]	22.60	5.88	.08	.20	-.05	-.05	.08	.07	.00	.02	(.85/.88)	.22	.48***	.09	-.08	22.43	6.69
10	Literatur [Alpha = .72]	13.75	3.32	.31**	.17	.13	.13	.28*	-.13	.28*	.21	.23*	(.76/.79)	.31*	-.13	.15	13.82	3.37
11	Metakognitive Strategien (Wild & Schiefele, 1994) [Alpha = .64]	38.17	5.31	.20	.37**	.31**	.34**	.42***	-.18	.40***	.51***	.35**	.29**	(.60/.72)	.17	.07	38.56	6.73
12	Allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung (Jerusalem & Schwarzer rev. 1999) [Alpha = .78]	2.96	.41	.04	.26*	.35**	-.13	.26*	-.14	.16	.25*	.24*	.20	.32**	(.82/.84)	.06	3.04	.40
13	Ergebnis des Wissenstests	3.79	1.79	.11	.07	-.02	-.08	.07	-.23*	.06	.16	-.02	.30**	.08	.05		6.10	1.47

Tabelle 18: Deskriptive Statistiken und Interkorrelationen der Gesamtstichprobe (N = 76) zu T1 und T3

Anmerkung: *** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.001 (2-seitig), ** 0.01 (2-seitig) und * 0.05 (2-seitig) signifikant: Reliabilitäten in der Hauptdiagonalen (T1/T3).

2. Freitextkommentare

2.1 Wintersemester 2008/2009

Vorlesung	<i>Inverses Modul</i>
Professor hält sich nicht immer an Reihenfolge des Skriptes, was es teilweise schwer macht, ihm zu folgen. Man war mit Suchen beschäftigt.	<ul style="list-style-type: none"> - Die Idee des inversen Moduls ist eigentlich gut, jedoch ist der Aufwand vor allem bei Bioing nicht mit restl. Veranstaltungen (VT-Labore usw.) vereinbar.
Zu Lasten der Veranstaltung geht die Übung	<ul style="list-style-type: none"> - Hat Spaß gemacht - Arbeitsatmosphäre gut - Fragen/Diskussionen waren sehr interessant/hilfreich! <p>→ Dieses Konzept sollte für andere VL auch angeboten werden!</p>
Gesamtnote [1,7] gilt für VL, wie auch restliche Bewertung Übung: 3,7, da häufiger schlecht vorbereitet wirkt, Fragen werden nicht gut beantwortet.	Durch Fragen wurde man gut zum Mitdenken angeregt.

2.2 Wintersemester 2009/2010

Vorlesung	<i>Inverses Modul</i>
Höchst interessant, mit Praktikum gute Verbindung	<ul style="list-style-type: none"> - Übungsaufgaben halfen z. T. nicht bei Verständnisproblemen Absorption 1. Aufgabe → sehr theoretisch - Mehr Übungsaufgaben, auch vorrechnen von Lehrenden wie in gr. Übung - Projekt kaum durchführbar → Zeitproblem → seltsame Anforderungen
Übung dringend verbessern	Das Skript ist unübersichtlich. Na, ja. Sonst macht es viel Spaß.
Vorlesungsstruktur ≠ Skript! Man ist nur am blättern und suchen!	Projektarbeit ist sehr ergiebig. Vielleicht kann man dies auch in Form eines Labors/Blockveranstaltung anbieten, um mehr Studenten anzusprechen bzw. Stoff intensiver zu vermitteln. Bisher fand ich es so, dass einige wenige bei dem Projekt den größten Teil der Arbeit gemacht haben.
Ein wenig mehr Farbe täte gut (Immer nur Formeln, Tabellen, Diagramme und Skizzen). Das eine oder andere Foto einer Kolonne oder eines Wärmetauschers wären gut. (Bringt vielleicht fachlich nichts, fasziniert aber!)	Leider war es wegen Zeitmangel nicht möglich, sich mehr auf die Vorlesung vorzubereiten (z. B. Hausaufgaben). An sich ist das Konzept aber gut – nur vielleicht nicht als Pflichtfach, da man dann keine Wahl hat.

	<p>Das Inverse Modul ist eine gute Idee und ein guter Versuch Alternativen zur VL aufzutun. Jedoch hilft es für die Klausur nicht wirklich, weil alle Rechnungen auf Grundlage der Üb. Gestellt werden, die nicht besucht werden konnte, weil sich diese mit dem IM überschneit. Der fachliche Wissenszuwinn war gut und wahrscheinlich besser als in der VL, aber die Zeit, die man jetzt braucht, um die Üb. aufzuarbeiten, ist deutlich höher als bei den Studenten der norm. Veranstaltung. Wirklich effektiv wäre das IM, wenn die Leistungen (HA, Projekt, Vorträge) bewertet würden und so die Klausur ersetzt würde. Dann würden sich viele Studenten freiwillig zu IM melden weil die Arbeit für das Fach aufs Semester verteilt. Aber so wie das IM stattgefunden hat, bringt es für die Klausur eher wenig (Rechenteil), Fragenteil bleibt abzuwarten. Alles in allem eine gute Veranstaltung, nur Anbindung zur Prüfung ist nicht wirklich gelungen und bedeutet im Nachhinein doppelte Arbeit.</p>
	<p>Mehr Gruppenarbeit Angaben, wo sich im Skript der Stoff befindet Beispiele aus der Praxis gut Diagramme gut erklärt Projekt früher, damit es nicht mit der Klausurvorbereitung zusammen fällt</p>
	<p>Das Skript als begleitende Literatur ist unübersichtlich! Es fällt schwer das Wichtigste herauszufinden. Wenn man alles von der Tafel anschreibt ist dies unvollständig, taugt somit als Prüfungsvorbereitung nur bedingt. Bei Gruppenarbeiten evtl. kurze Zusammenfassung auf Papier.</p>

3. Fragebögen

3.1 Messzeitpunkt T1

Sehr geehrte Studierende,

in diesem Semester möchte das ICTV (Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik) gemeinsam mit dem IFdN (Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften) neue Veranstaltungsformen zur Verbesserung der Lehre erproben. Dazu sind wir heute auf Ihre Mithilfe angewiesen. Bitte nehmen Sie sich 35 Minuten Zeit und beantworten Sie die nachfolgenden Fragen. Es geht dabei nicht um Leistung, sondern darum ein realistisches Bild Ihres Wissens und Ihrer Lernstrategien zu erlangen. Der Fragebogen ist anonym und wird nur für die Untersuchung der Effektivität der Veranstaltung genutzt.

Im ersten Teil des Fragebogens möchten wir mehr darüber erfahren, wie Sie lernen und sich auf Prüfungen vorbereiten. Im zweiten Teil erwarten Sie Fragen aus den Themenbereichen der Vorlesung.

Für Ihre Hilfe bedanken wir uns recht herzlich.

Um Ihre Fragebögen zukünftig zuordnen zu können und gleichzeitig Anonymität zu wahren, benötigen wir von Ihnen ein persönliches Passwort:

Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes

Zweiter Buchstabe des Vornamens Ihrer Mutter

Erster Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters

Geburtsmonat Ihrer Mutter als Zahl
(z. B. 03 für März)

Im Folgenden möchten wir gern mehr darüber erfahren, wie Sie Ihre Lerntätigkeit gestalten. Dabei interessieren uns nicht nur Lernaktivitäten, die Sie unmittelbar vor einer Prüfung ausüben, sondern auch solche, die Sie zu jedem Zeitpunkt im Laufe des Semesters betreiben.

Bei der Beantwortung gibt es keine richtigen oder falschen Antworten - Menschen haben unterschiedliche Wege erfolgreich zu lernen. Uns interessiert, wie Sie persönlich an den Stoff herangehen. Bitte kreuzen Sie die Antwort an, die Ihrem Vorgehen am ehesten entspricht.

Beispiel:

Sehr selten	Selten	Manchmal	Oft	Sehr oft
①	②	③	④	⑤

00	In Vorlesungen und Seminaren schreibe ich mit	①	②	③	④	⑤
----	---	---	--------------	---	---	---

Diese Antwort würde bedeuten, dass Sie in Vorlesungen und Seminaren selten mitschreiben.

	Sehr selten	Selten	Manchmal	Oft	Sehr oft
01 Ich fertige Tabellen, Diagramme oder Schaubilder an, um den Stoff der Veranstaltung besser strukturiert vorliegen zu haben.	①	②	③	④	⑤
02 Ich versuche, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Fächer bzw. Lehrveranstaltungen herzustellen.	①	②	③	④	⑤
03 Ich frage mich, ob der Text, den ich gerade durcharbeite wirklich überzeugend ist.	①	②	③	④	⑤
04 Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein.	①	②	③	④	⑤
05 Ich versuche, mir vorher genau zu überlegen, welche Teile eines bestimmten Themengebietes ich lernen muss und welche nicht.	①	②	③	④	⑤
06 Wenn ich einen schwierigen Text vorliegen habe, passe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen an (z. B. durch langsames Lesen).	①	②	③	④	⑤
07 Ich bearbeite Texte oder Aufgaben zusammen mit meinen Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
08 Ich suche nach weiterführender Literatur, wenn mir	①	②	③	④	⑤

	bestimmte Inhalte noch nicht ganz klar sind.					
09	Wenn ich mir ein bestimmtes Pensum zum Lernen vorgenommen habe, bemühe ich mich, es auch zu schaffen.	①	②	③	④	⑤
10	Beim Lernen merke ich, dass meine Gedanken abschweifen.	①	②	③	④	⑤
11	Beim Lernen halte ich mich an einen bestimmten Zeitplan.	①	②	③	④	⑤
12	Ich lerne an einem Platz, wo ich mich gut auf den Stoff konzentrieren kann.	①	②	③	④	⑤
13	Wenn ich während des Lesens eines Textes nicht alles verstehe, versuche ich, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
14	Ich mache mir kurze Zusammenfassungen der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze.	①	②	③	④	⑤
15	Ich nehme mir Zeit, um mit Studienkollegen über den Stoff zu diskutieren.	①	②	③	④	⑤
16	Wenn ich einen Fachbegriff nicht verstehe, so schlage ich in einem Wörterbuch nach.	①	②	③	④	⑤
17	Zu neuen Konzepten stelle ich mir praktische Anwendungen vor.	①	②	③	④	⑤
18	Ich prüfe, ob die in einem Text (oder in meiner Mitschrift) dargestellten Theorien, Interpretationen oder Schlussfolgerungen ausreichend belegt und begründet sind.	①	②	③	④	⑤
19	Ich lese meine Aufzeichnungen mehrmals hintereinander durch.	①	②	③	④	⑤
20	Ich lege im Vorhinein fest, wie weit ich mit dem Durcharbeiten des Stoffs kommen möchte.	①	②	③	④	⑤
21	Ich strengte mich auch dann an, wenn mir der Stoff überhaupt nicht liegt.	①	②	③	④	⑤
22	Es fällt mir schwer, bei der Sache zu bleiben.	①	②	③	④	⑤
23	Ich lege bestimmte Zeiten fest, zu denen ich dann lerne.	①	②	③	④	⑤
24	Ich gestalte meine Umgebung so, dass ich möglichst	①	②	③	④	⑤

	wenig vom Lernen abgelenkt werde.					
25	Ich gehe meine Aufzeichnungen durch und mache mir dazu eine Gliederung mit den wichtigsten Punkten.	①	②	③	④	⑤
26	Ich vergleiche meine Vorlesungsmitschriften mit denen meiner Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
27	Fehlende Informationen suche ich mir aus verschiedenen Quellen zusammen (z. B. Mitschriften, Bücher, Fachzeitschriften).	①	②	③	④	⑤
28	Ich versuche, neue Begriffe oder Theorien auf mir bereits bekannte Begriffe und Theorien zu beziehen.	①	②	③	④	⑤
29	Ich denke über Alternativen zu den Behauptungen oder Schlussfolgerungen in den Lerntexten nach.	①	②	③	④	⑤
30	Ich lerne Schlüsselbegriffe auswendig, um mich in der Prüfung besser an wichtige Inhaltsbereiche erinnern zu können.	①	②	③	④	⑤
31	Vor dem Lernen eines Stoffgebietes überlege ich mir, wie ich am effektivsten Vorgehen kann.	①	②	③	④	⑤
32	Ich gebe nicht auf, auch wenn der Stoff sehr schwierig oder komplex ist.	①	②	③	④	⑤
33	Ich ertappe mich dabei, dass ich mit meinen Gedanken ganz woanders bin.	①	②	③	④	⑤
34	Ich lege die Stunden, die ich täglich mit Lernen verbringe, durch einen Zeitplan fest.	①	②	③	④	⑤
35	Zum Lernen sitze ich immer am selben Platz.	①	②	③	④	⑤
36	Ich versuche, den Stoff so zu ordnen, dass ich ihn mir gut einprägen kann.	①	②	③	④	⑤
37	Ich lasse mich von einem Studienkollegen abfragen und stelle auch ihm Fragen zu Stoff.	①	②	③	④	⑤
38	Ich ziehe zusätzliche Literatur heran, wenn meine Aufzeichnungen unvollständig sind.	①	②	③	④	⑤
39	Ich stelle mir manchmal Sachverhalte bildlich vor.	①	②	③	④	⑤
40	Der Stoff, den ich gerade bearbeite, dient mir als Ausgangspunkt für die Entwicklung eigener Ideen.	①	②	③	④	⑤
41	Ich lerne eine selbst erstellte Übersicht mit den wichtigsten Fachtermini auswendig.	①	②	③	④	⑤

42	Ich überlege mir vorher, in welcher Reihenfolge ich den Stoff durcharbeite.	①	②	③	④	⑤
43	Ich lerne auch spätabends und am Wochenende, wenn es sein muss.	①	②	③	④	⑤
44	Beim Lernen bin ich unkonzentriert.	①	②	③	④	⑤
45	Ich lege vor jeder Lernphase eine bestimmte Zeitdauer fest.	①	②	③	④	⑤
46	Wenn ich lerne, Sorge ich dafür, dass ich in Ruhe arbeiten kann.	①	②	③	④	⑤
47	Ich stelle mir aus Mitschrift, Skript oder Literatur kurze Zusammenfassungen mit den Hauptideen zusammen.	①	②	③	④	⑤
48	Ich nehme die Hilfe anderer in Anspruch, wenn ich ernsthafte Verständnisprobleme habe.	①	②	③	④	⑤
49	Ich versuche in Gedanken, das Gelernte mit dem zu verbinden, was ich schon darüber weiß.	①	②	③	④	⑤
50	Es ist für mich sehr reizvoll, widersprüchliche Aussagen aus verschiedenen Texten aufzuklären.	①	②	③	④	⑤
51	Ich lese den Text durch und versuche, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	①	②	③	④	⑤
52	Ich stelle mir Fragen zum Stoff, um sicherzugehen, dass ich auch alles verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
53	Gewöhnlich dauert es nicht lange, bis ich mich dazu entschieße, mit dem Lernen anzufangen.	①	②	③	④	⑤
54	Wenn ich lerne, bin ich leicht abzulenken.	①	②	③	④	⑤
55	Mein Arbeitsplatz ist so gestaltet, dass ich alles schnell finden kann.	①	②	③	④	⑤
56	Ich unterstreiche in Texten oder Mitschriften die wichtigen Stellen.	①	②	③	④	⑤
57	Wenn mir etwas nicht klar ist, so frage ich einen Studienkollegen um Rat.	①	②	③	④	⑤
58	Ich denke mir konkrete Beispiele zu bestimmten Lerninhalten aus.	①	②	③	④	⑤
59	Ich gehe an die meisten Texte kritisch heran.	①	②	③	④	⑤

60	Ich lerne Regeln, Fachbegriffe oder Formeln auswendig.	①	②	③	④	⑤
61	Um Wissenslücken festzustellen, rekapituliere ich die wichtigsten Inhalte, ohne meine Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.	①	②	③	④	⑤
62	Vor der Prüfung nehme ich mir ausreichend Zeit, um den Stoff noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
63	Meine Konzentration hält nicht lange an.	①	②	③	④	⑤
64	Die wichtigsten Unterlagen habe ich an meinem Arbeitsplatz griffbereit.	①	②	③	④	⑤
65	Für größere Stoffmengen fertige ich eine Gliederung an, die die Struktur des Stoffs am Besten wiedergibt.	①	②	③	④	⑤
66	Entdecke ich größere Lücken in meinen Aufzeichnungen, so wende ich mich an meine Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
67	Ich beziehe das, was ich lerne, auf meine eigenen Erfahrungen.	①	②	③	④	⑤
68	Ich vergleiche die Vor- und Nachteile verschiedener theoretischer Konzeptionen.	①	②	③	④	⑤
69	Ich lerne den Lernstoff anhand von Skripten oder anderen Aufzeichnungen möglichst auswendig.	①	②	③	④	⑤
70	Ich bearbeite zusätzliche Aufgaben, um festzustellen, ob ich den Stoff wirklich verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
71	Ich nehme mir mehr Zeit zum Lernen als die meisten meiner Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
72	Ich stelle wichtige Fachausdrücke und Definitionen in eigenen Listen zusammen.	①	②	③	④	⑤
73	Ich überlege mir, ob der Lernstoff auch für mein Alltagsleben von Bedeutung ist.	①	②	③	④	⑤
74	Das, was ich lerne, prüfe ich auch kritisch.	①	②	③	④	⑤
75	Um mein eigenes Verständnis zu prüfen, erkläre ich bestimmte Teile des Lernstoffs Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
76	Ich arbeite so lange, bis ich mir sicher bin, die Prüfung gut bestehen zu können.	①	②	③	④	⑤

77	Wenn mir eine bestimmte Textstelle verworren und unklar erscheint, gehe ich sie noch einmal langsam durch.	①	②	③	④	⑤
-----------	--	---	---	---	---	---

Kurz wenden wir uns nun Ihrer Erwartung im Bezug auf Ihre Leistungen zu. An Leistungssituationen gibt es unterschiedliche Herangehensweisen. Uns würde interessieren, wie Sie das bei Ihnen ist.

Wieder gibt es weder eine richtige noch falsche Antwort. Es geht um Ihre ganze persönliche und subjektive Einschätzung.

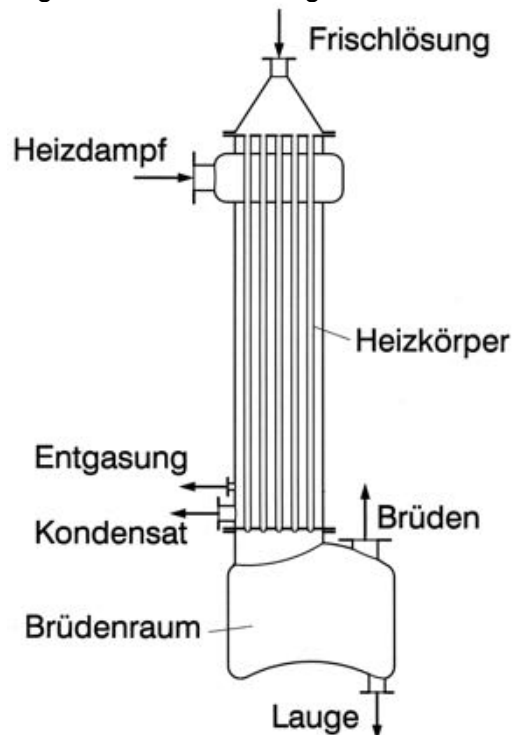
ACHTUNG: GEÄNDERTES ANTWORTFORMAT

		Stimmt nicht	Stimmt kaum	Stimmt eher	Stimmt genau
01	Wenn sich Widerstände auftun, finde ich Mittel und Wege, mich durchzusetzen	①	②	③	④
02	Die Lösung schwieriger Probleme gelingt mir immer, wenn ich mich darum bemühe.	①	②	③	④
03	Es bereitet mir keine Schwierigkeiten, meine Absichten und Ziele zu verwirklichen.	①	②	③	④
04	In unerwarteten Situationen, weiß ich immer, wie ich mich verhalten soll.	①	②	③	④
05	Auch bei überraschenden Ereignissen glaube ich, dass ich gut mit ihnen zu recht komme.	①	②	③	④
06	Schwierigkeiten sehe ich gelassen entgegen, weil ich meinen Fähigkeiten immer vertrauen kann.	①	②	③	④
07	Was auch immer passiert, ich werde schon klarkommen.	①	②	③	④
08	Für jedes Problem kann ich eine Lösung finden.	①	②	③	④
09	Wenn eine neue Sache auf mich zukommt, weiß ich wie ich damit umgehen kann.	①	②	③	④
10	Wenn ein Problem auftaucht, kann ich es aus eigener Kraft meistern.	①	②	③	④

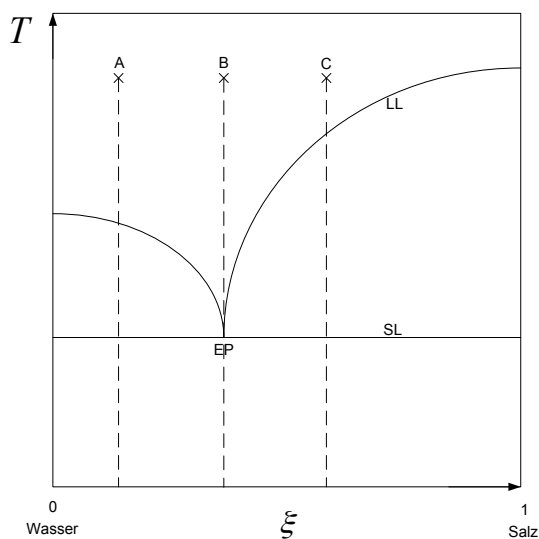
Der letzte Teil des Tests ist Multiple Choice; es interessiert Ihr augenblicklicher Wissenstand im Bereich der Thermischen Verfahrenstechnik. Das hilft uns, eine realistische Einschätzung zu bekommen und unsere Vorgehensweise anzupassen. Es handelt sich also nicht um eine Leistungsabfrage im klassischen Sinne, uns interessiert nur, wo Sie zurzeit stehen. Kreuzen Sie bitte immer die Antwort an, die Sie für richtig halten.

Nur eine Antwortmöglichkeit ist richtig, setzen Sie bitte also nur ein Kreuz.

1. Was für einen Massenanteil Wasser hat ein binäres Gemisch aus 10 kg Wasser und 15 kg Aceton?
 - ☐ 0,4
 - ☐ 0,5
 - ☐ 0,7
 - ☐ 1,5
2. Bei einer Verdampfungskristallisation ist von einer kochenden Salz-Wasser-Lösung ein Teil des Salzes durch Übersättigung als Feststoff ausgefallen. Wie viele thermo-dynamische Freiheitsgrade hat das System?
 - ☐ 0 Freiheitsgrade
 - ☐ 1 Freiheitsgrade
 - ☐ 2 Freiheitsgrade
 - ☐ 3 Freiheitsgrade
 - ☐ 4 Freiheitsgrade
3. Welche Verdampfung findet im unten dargestellten Fallfilmverdampfer statt?



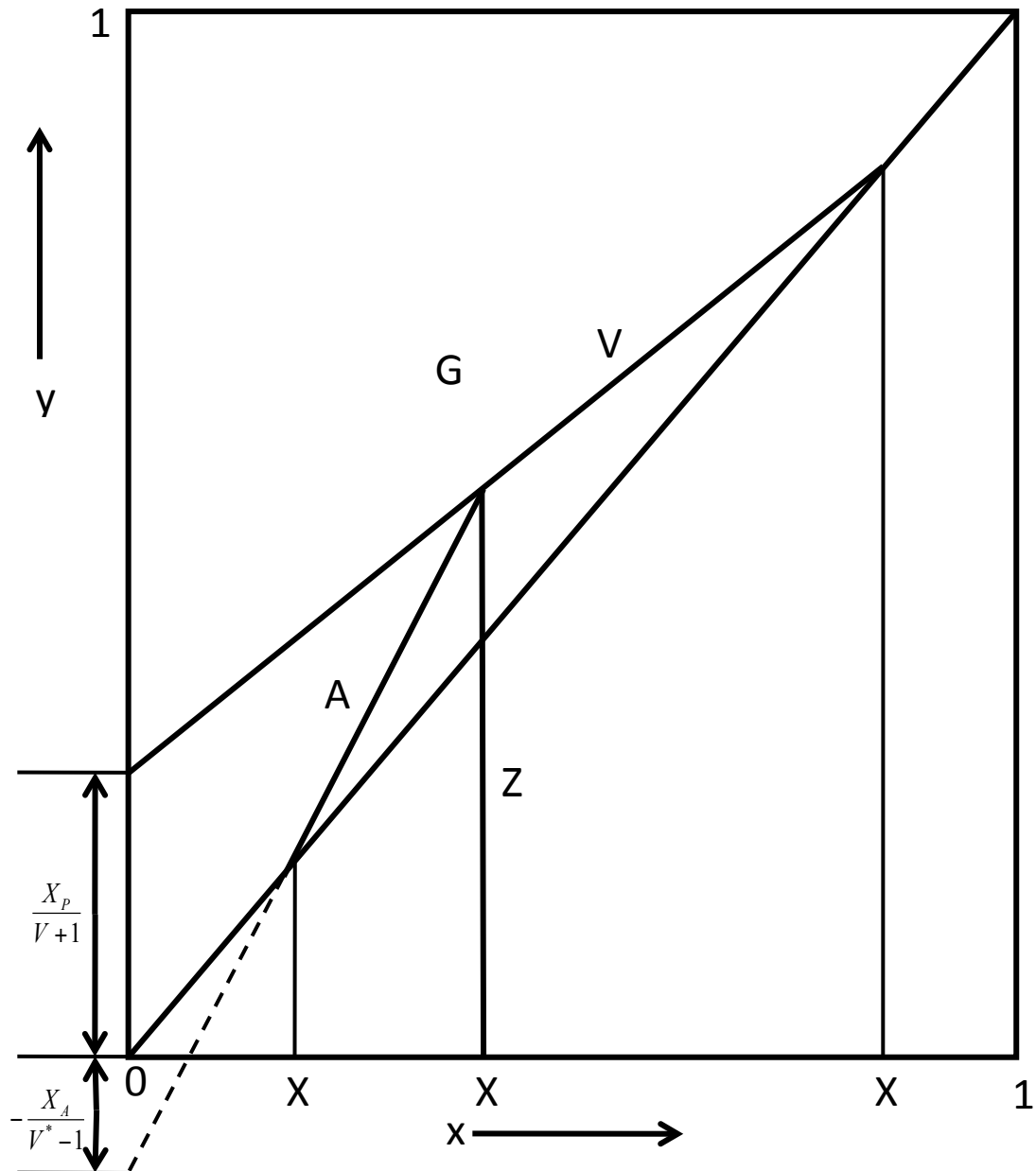
- Offene Verdampfung
 - Geschlossene Verdampfung
4. Welche Übertragungsfläche ist für einen Verdampfer mindestens erforderlich, um einen Wärmestrom von 50 kW durch eine 3 mm dicke Stahlwand ($\lambda=15 \text{ W}/(\text{m K})$) zu leiten, wenn gilt: Wärmeübergangskoeffizienten: $\alpha_1=5000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $\alpha_2=10000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; globale Temperaturdifferenz zwischen Heizdampfseite und Produktseite: $\Delta T=20 \text{ K}$?
- 1 m^2
 - $1,25 \text{ m}^2$
 - $1,5 \text{ m}^2$
 - $1,75 \text{ m}^2$
5. Im folgenden $T\xi$ -Diagramm sind drei wässrige Salzlösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration dargestellt. Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen eine feste Phase mit reinem Salz erreicht werden?



- A
- B
- C

6. In welchem Zustand wird der Feedstrom nach untenstehendem McCabe-Thiele Diagramm der Rektifikationskolonne zugeführt?

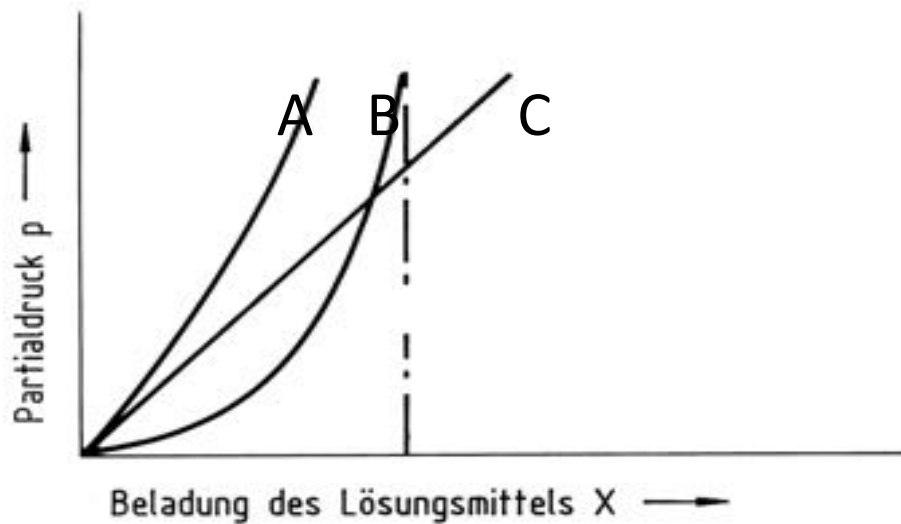
- ☐ Unterkühlte Flüssigkeit
- ☐ Flüssig-Siedend
- ☐ Gesättigter Dampf
- ☐ Überhitzter Dampf



7. Wie viele theoretische Trennstufen werden benötigt, um die Trennleistung der im obenstehenden McCabe-Thiele Diagramm dargestellten Rektifikation zu erzielen?

- ☐ zwei
- ☐ drei
- ☐ vier
- ☐ fünf

8. Welches Lösungsmittel ist bei einer Absorption energetisch gesehen für große Gasmengen günstiger?
- ☐ Chemisches Lösungsmittel
 - ☐ Physikalisches Lösungsmittel
- 9.



Im obenstehenden Diagramm sind die Beladungskurven verschiedener Lösungsmittel in Abhängigkeit vom Partialdruck des zu lösenden Gases dargestellt. Welche Beladungskurve entspricht dem Verhalten eines idealen chemischen Lösungsmittels?

- ☐ A
 - ☐ B
 - ☐ C
10. Wie ändert sich die Gaslöslichkeit eines Absorptionsmittels mit steigender Temperatur?
- ☐ Die Löslichkeit ist unabhängig von der Temperatur.
 - ☐ Die Löslichkeit nimmt zu.
 - ☐ Die Löslichkeit nimmt ab.

Abschließend nun einige Fragen zu Ihrer Person:

Studiengang:

Fachsemester:

Geschlecht:

Haben Sie Ihr Grundstudium (bis zum Vordiplom/Bachelor) an der TU Braunschweig absolviert?

☐ Ja

☐ Nein, ich habe an folgender Universität vorher studiert:

Welche Veranstaltungen haben Sie bislang besucht:

- ☐ Wärme- und Stoffübertragung
- ☐ Thermodynamik der Gemische
- ☐ Einführung in Stoffwandlungsprozesse
- ☐ CAPE
- ☐ Design Verfahrenstechnischer Anlagen
- ☐ Sonstige:

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

3.2 Messzeitpunkt T3

Sehr geehrte Studierende,

wie wir bereits angekündigt haben, wollen wir im Laufe des Semesters mehrere Befragungen durchführen, um unser Vorgehen anpassen zu können. Dies ist nun der zweite Fragebogen, bei dem wir Ihre Mithilfe benötigen. Bitte nehmen Sie sich 20 Minuten Zeit und beantworten Sie die nachfolgenden Fragen. Es geht dabei nicht um Leistung, sondern darum ein realistisches Bild Ihres Wissens zu erlangen. Der Fragebogen ist anonym und wird nur für die Untersuchung der Effektivität der Veranstaltung genutzt.

Für Ihre Hilfe bedanken wir uns recht herzlich.

Ich besuche im WiSe 09/10 zur Thermischen Verfahrenstechnik

0 das inverse Modul.

0 die Vorlesung.

Um Ihre Fragebögen zukünftig zuordnen zu können und gleichzeitig Anonymität zu wahren, benötigen wir von Ihnen ein persönliches Passwort:

<u>Erster</u> Buchstabe Ihres Geburtsortes	<input type="text"/>
<u>Zweiter</u> Buchstabe des Vornamens Ihrer Mutter	<input type="text"/>
<u>Erster</u> Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters	<input type="text"/>
Geburtsmonat Ihrer Mutter als Zahl (z. B. 03 für März)	<input type="text"/>
Ihr persönlicher Code:	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Datum:	<input type="text"/>

Es handelt sich um Multiple Choice Test; es interessiert Ihr augenblicklicher Wissenstand im Bereich der Thermischen Verfahrenstechnik. Das hilft uns, eine realistische Einschätzung zu bekommen und unsere Vorgehensweise anzupassen. Es handelt sich also nicht um eine Leistungsabfrage im klassischen Sinne, uns interessiert nur, wo Sie zur Zeit stehen. Kreuzen Sie bitte immer die Antwort an, die Sie für richtig halten.

Nur eine Antwortmöglichkeit ist richtig, setzen Sie bitte also nur ein Kreuz.

1. Welche Molbeladung Wasser hat ein binäres Gemisch aus 6 kmol Wasser und 15 kmol Aceton?
 - ☐ 0,3
 - ☐ 0,4
 - ☐ 1,4
 - ☐ 3,5

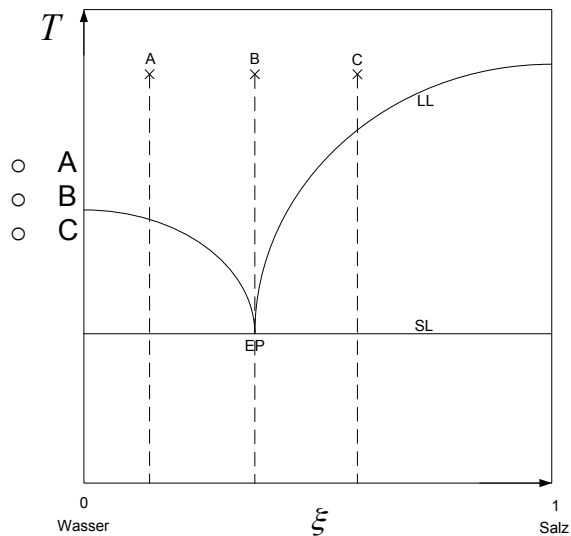
2. Welche Verdampfungswärme kann für Wasser (Molmasse 18g/mol) mit Hilfe der Troutonschen Regel abgeschätzt werden?
 - ☐ $h_{LG}=1866 \text{ kJ/kg}$
 - ☐ $h_{LG}=2256 \text{ kJ/kg}$
 - ☐ $h_{LG}=2646 \text{ kJ/kg}$

3. In welchem Betriebsbereich werden Verdampfer üblicherweise betrieben:
 - ☐ Freie Konvektion
 - ☐ Blasenverdampfung
 - ☐ instabile Filmverdampfung
 - ☐ stabile Filmverdampfung

4. Bei welcher Verdampfung stehen Dampf- und Flüssigphase in einem ständigen Gleichgewicht?
 - ☐ Bei der geschlossenen Verdampfung
 - ☐ Bei der offenen Verdampfung

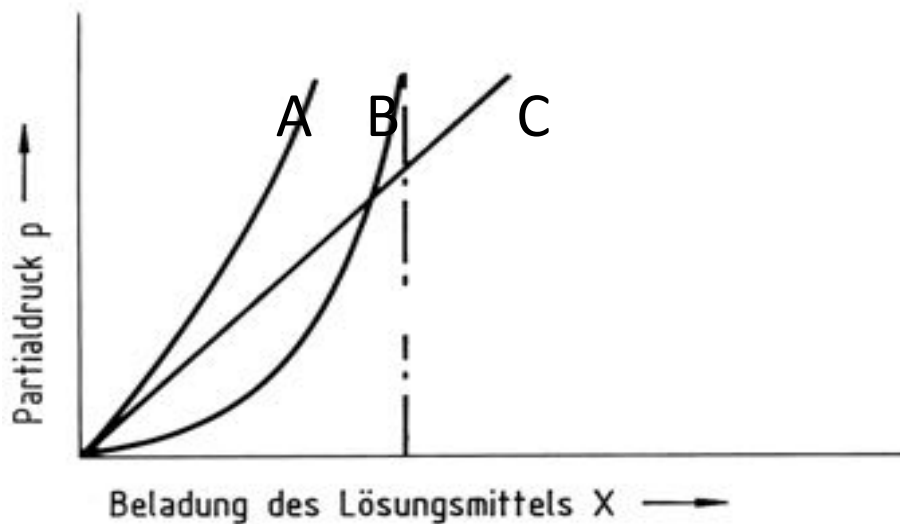
5. Wie groß muss der Kühlwassermassenstrom ($c_p=4 \text{ kJ/(kg K)}$) eines Wärmeübertragers mindestens sein, um einen Wärmestrom von 20 kW bei einer Erwärmung um 25 K abzuführen?
 - ☐ 0,2 kg/s
 - ☐ 0,3 kg/s
 - ☐ 0,4 kg/s
 - ☐ 0,5 kg/s

6. Im folgenden $T\xi$ -Diagramm sind drei wässrige Salzlösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration dargestellt. Bei welcher Konzentration kann durch Abkühlen eine feste Phase mit reinem Wasser erreicht werden?



7. Welcher Durchmesser ist für eine Rektifikationskolonne mit einer zulässigen Flüssigkeitsbelastung von $12 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ und einem Volumenstrom von $9 \text{ m}^3/\text{h}$ erforderlich? Die Kreizzahl π ist vereinfachend als 3 anzunehmen.
- ☐ 0,4 m
 - ☐ 0,6 m
 - ☐ 0,8 m
 - ☐ 1 m

8.

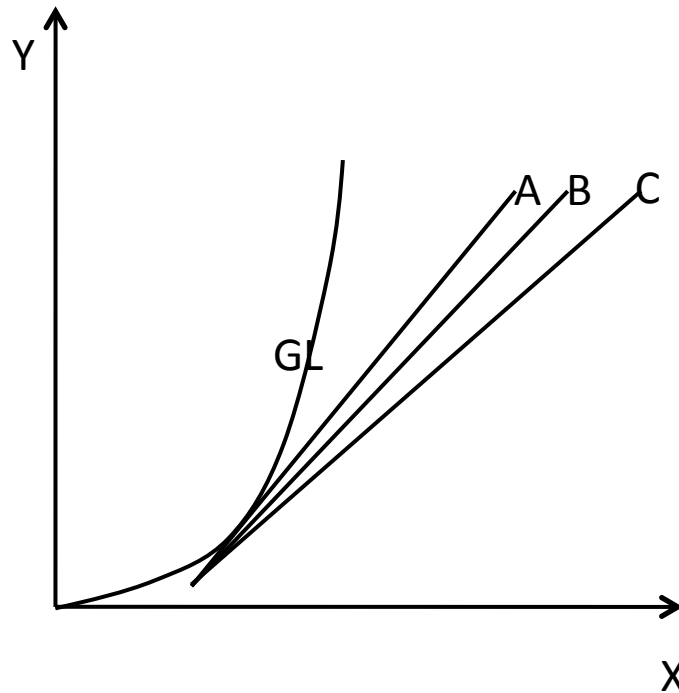


Im obenstehenden Diagramm sind die Beladungskurven verschiedener Lösungsmittel in Abhängigkeit vom Partialdruck des zu lösenden Gases dargestellt.

Welche Beladungskurve entspricht dem Verhalten eines idealen physikalischen Lösungsmittels?

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C

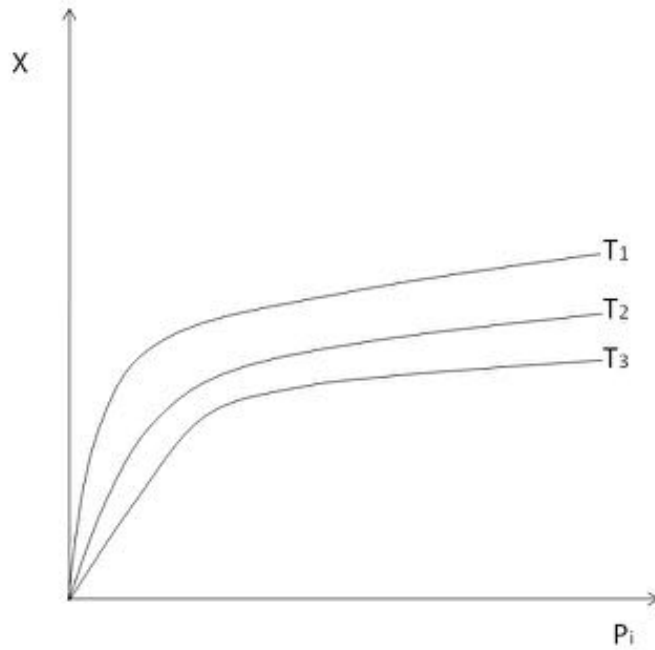
9.



Bei welcher der Arbeitsgeraden in der oben dargestellten Desorption liegt die geringste Strippgasmenge vor?

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C

10.



In der obenstehenden Abbildung ist die Beladung eines Lösungsmittels mit einem Gas bei unterschiedlichen Temperaturen dargestellt. Welche Temperatur ist am höchsten?

- ☐ T_1
- ☐ T_2
- ☐ T_3

Abschließend nun einige Fragen zu Ihrer Person:

Studiengang:

Fachsemester:

Geschlecht:

Haben Sie Ihr Grundstudium (bis zum Vordiplom/Bachelor) an der TU Braunschweig absolviert?

☐ Ja

☐ Nein, ich habe zuvor an folgender Universität studiert:

Welche Veranstaltungen haben Sie bislang besucht:

- ☒ Wärme- und Stoffübertragung
- ☐ Thermodynamik der Gemische
- ☐ Einführung in Stoffwandlungsprozesse
- ☐ CAPE
- ☐ Design Verfahrenstechnischer Anlagen
- ☐ Sonstige:

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

3.3 Messzeitpunkt T3

Sehr geehrte Studierende,

in diesem Semester möchte das ICTV gemeinsam mit dem IFdN neue Veranstaltungsformen zur Verbesserung der Lehre erproben. Dazu sind wir –wie bereits zuvor- auf Ihre Mithilfe angewiesen. Heute nun der angekündigte letzte Teil der Befragung. Bitte nehmen Sie sich 35 Minuten Zeit und beantworten Sie die nachfolgenden Fragen. Es geht dabei nicht um Leistung, sondern darum ein realistisches Bild Ihres Wissens und Ihrer Lernstrategien zu erlangen. Der Fragebogen ist anonym und wird nur für die Untersuchung der Effektivität der Veranstaltung genutzt.

Im ersten Teil des Fragebogens möchten wir mehr darüber erfahren, wie Sie lernen und sich auf Prüfungen vorbereiten. Im zweiten Teil erwarten Sie Fragen aus den Themenbereichen der Vorlesung.

Für Ihre Hilfe bedanken wir uns recht herzlich.

Jochen Hammerschmidt
für das ICTV

Inske Preißler
für das IFdN

Ich besuche im WiSe 09/10 zur Thermischen Verfahrenstechnik

0 das inverse Modul.

0 die Vorlesung.

Um Ihre Fragebögen zukünftig zuordnen zu können und gleichzeitig Anonymität zu wahren, benötigen wir von Ihnen ein persönliches Passwort:

Erster Buchstabe Ihres Geburtsortes

Zweiter Buchstabe des Vornamens Ihrer Mutter

Erster Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters

Geburtsmonat Ihrer Mutter als Zahl

(z. B. 03 für März)

Ihr persönlicher Code:

Datum:

Im Folgenden möchten wir gern mehr darüber erfahren, wie Sie Ihre Lerntätigkeit gestalten. Dabei interessieren uns nicht nur Lernaktivitäten, die Sie unmittelbar vor einer Prüfung ausüben, sondern auch solche, die zu jedem Zeitpunkt im Laufe des Semesters auftreten können.

Bei der Beantwortung gibt es keine richtigen oder falschen Antworten - Menschen haben unterschiedliche Wege erfolgreich zu lernen. Uns interessiert, wie Sie persönlich an den Stoff herangehen. Bitte kreuzen Sie die Antwort an, die Ihrem Vorgehen am ehesten entspricht.

Beispiel:

Sehr selten	Selten	Manch- mal	Oft	Sehr oft
①	②	③	④	⑤

00 In Vorlesungen und Seminaren schreibe ich mit ① ~~②~~ ③ ④ ⑤

Diese Antwort würde bedeuten, dass Sie in Vorlesungen und Seminaren selten mit-schreiben.

	Sehr selten	Selten	Manch- mal	Oft	Sehr oft
01 Ich fertige Tabellen, Diagramme oder Schaubilder an, um den Stoff der Veranstaltung besser strukturiert vorliegen zu haben.	①	②	③	④	⑤
02 Ich versuche, Beziehungen zu den Inhalten verwandter Fächer bzw. Lehrveranstaltungen herzustellen.	①	②	③	④	⑤
03 Ich frage mich, ob der Text, den ich gerade durcharbeite wirklich überzeugend ist.	①	②	③	④	⑤
04 Ich präge mir den Lernstoff von Texten durch Wiederholen ein.	①	②	③	④	⑤
05 Ich versuche, mir vorher genau zu überlegen, welche Teile eines bestimmten Themengebietes ich lernen muss und welche nicht.	①	②	③	④	⑤
06 Wenn ich einen schwierigen Text vorliegen habe, passe ich meine Lerntechnik den höheren Anforderungen	①	②	③	④	⑤

	an (z. B. durch langsames Lesen).					
07	Ich bearbeite Texte oder Aufgaben zusammen mit meinen Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
08	Ich suche nach weiterführender Literatur, wenn mir bestimmte Inhalte noch nicht ganz klar sind.	①	②	③	④	⑤
09	Wenn ich mir ein bestimmtes Pensum zum Lernen vorgenommen habe, bemühe ich mich, es auch zu schaffen.	①	②	③	④	⑤
10	Beim Lernen merke ich, dass meine Gedanken abschweifen.	①	②	③	④	⑤
11	Beim Lernen halte ich mich an einen bestimmten Zeitplan.	①	②	③	④	⑤
12	Ich lerne an einem Platz, wo ich mich gut auf den Stoff konzentrieren kann.	①	②	③	④	⑤
13	Wenn ich während des Lesens eines Textes nicht alles verstehe, versuche ich, die Lücken festzuhalten und den Text daraufhin noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
14	Ich mache mir kurze Zusammenfassungen der wichtigsten Inhalte als Gedankenstütze.	①	②	③	④	⑤
15	Ich nehme mir Zeit, um mit Studienkollegen über den Stoff zu diskutieren.	①	②	③	④	⑤
16	Wenn ich einen Fachbegriff nicht verstehe, so schlage ich in einem Wörterbuch nach.	①	②	③	④	⑤
17	Zu neuen Konzepten stelle ich mir praktische Anwendungen vor.	①	②	③	④	⑤
18	Ich prüfe, ob die in einem Text (oder in meiner Mitschrift) dargestellten Theorien, Interpretationen oder Schlussfolgerungen ausreichend belegt und begründet sind.	①	②	③	④	⑤
19	Ich lese meine Aufzeichnungen mehrmals hintereinander durch.	①	②	③	④	⑤
20	Ich lege im Vorhinein fest, wie weit ich mit dem Durcharbeiten des Stoffs kommen möchte.	①	②	③	④	⑤
21	Ich strengte mich auch dann an, wenn mir der Stoff überhaupt nicht liegt.	①	②	③	④	⑤
22	Es fällt mir schwer, bei der Sache zu bleiben.	①	②	③	④	⑤

23	Ich lege bestimmte Zeiten fest, zu denen ich dann lerne.	①	②	③	④	⑤
24	Ich gestalte meine Umgebung so, dass ich möglichst wenig vom Lernen abgelenkt werde.	①	②	③	④	⑤
25	Ich gehe meine Aufzeichnungen durch und mache mir dazu eine Gliederung mit den wichtigsten Punkten.	①	②	③	④	⑤
26	Ich vergleiche meine Vorlesungsmitschriften mit denen meiner Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
27	Fehlende Informationen suche ich mir aus verschiedenen Quellen zusammen (z. B. Mitschriften, Bücher, Fachzeitschriften).	①	②	③	④	⑤
28	Ich versuche, neue Begriffe oder Theorien auf mir bereits bekannte Begriffe und Theorien zu beziehen.	①	②	③	④	⑤
29	Ich denke über Alternativen zu den Behauptungen oder Schlussfolgerungen in den Lerntexten nach.	①	②	③	④	⑤
30	Ich lerne Schlüsselbegriffe auswendig, um mich in der Prüfung besser an wichtige Inhaltsbereiche erinnern zu können.	①	②	③	④	⑤
31	Vor dem Lernen eines Stoffgebietes überlege ich mir, wie ich am effektivsten Vorgehen kann.	①	②	③	④	⑤
32	Ich gebe nicht auf, auch wenn der Stoff sehr schwierig oder komplex ist.	①	②	③	④	⑤
33	Ich ertappe mich dabei, dass ich mit meinen Gedanken ganz woanders bin.	①	②	③	④	⑤
34	Ich lege die Stunden, die ich täglich mit Lernen bringe, durch einen Zeitplan fest.	①	②	③	④	⑤
35	Zum Lernen sitze ich immer am selben Platz.	①	②	③	④	⑤
36	Ich versuche, den Stoff so zu ordnen, dass ich ihn mir gut einprägen kann.	①	②	③	④	⑤
37	Ich lasse mich von einem Studienkollegen abfragen und stelle auch ihm Fragen zu Stoff.	①	②	③	④	⑤
38	Ich ziehe zusätzliche Literatur heran, wenn meine Aufzeichnungen unvollständig sind.	①	②	③	④	⑤
39	Ich stelle mir manchmal Sachverhalte bildlich vor.	①	②	③	④	⑤
40	Der Stoff, den ich gerade bearbeite, dient mir als Ausgangspunkt für die Entwicklung eigener Ideen.	①	②	③	④	⑤

41	Ich lerne eine selbst erstellte Übersicht mit den wichtigsten Fachtermini auswendig.	①	②	③	④	⑤
42	Ich überlege mir vorher, in welcher Reihenfolge ich den Stoff durcharbeite.	①	②	③	④	⑤
43	Ich lerne auch spätabends und am Wochenende, wenn es sein muss.	①	②	③	④	⑤
44	Beim Lernen bin ich unkonzentriert.	①	②	③	④	⑤
45	Ich lege vor jeder Lernphase eine bestimmte Zeitdauer fest.	①	②	③	④	⑤
46	Wenn ich lerne, Sorge ich dafür, dass ich in Ruhe arbeiten kann.	①	②	③	④	⑤
47	Ich stelle mir aus Mitschrift, Skript oder Literatur kurze Zusammenfassungen mit den Hauptideen zusammen.	①	②	③	④	⑤
48	Ich nehme die Hilfe anderer in Anspruch, wenn ich ernsthafte Verständnisprobleme habe.	①	②	③	④	⑤
49	Ich versuche in Gedanken, das Gelernte mit dem zu verbinden, was ich schon darüber weiß.	①	②	③	④	⑤
50	Es ist für mich sehr reizvoll, widersprüchliche Aussagen aus verschiedenen Texten aufzuklären.	①	②	③	④	⑤
51	Ich lese den Text durch und versuche, ihn mir am Ende jedes Abschnitts auswendig vorzusagen.	①	②	③	④	⑤
52	Ich stelle mir Fragen zum Stoff, um sicherzugehen, dass ich auch alles verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
53	Gewöhnlich dauert es nicht lange, bis ich mich dazu entschieße, mit dem Lernen anzufangen.	①	②	③	④	⑤
54	Wenn ich lerne, bin ich leicht abzulenken.	①	②	③	④	⑤
55	Mein Arbeitsplatz ist so gestaltet, dass ich alles schnell finden kann.	①	②	③	④	⑤
56	Ich unterstreiche in Texten oder Mitschriften die wichtigen Stellen.	①	②	③	④	⑤
57	Wenn mir etwas nicht klar ist, so frage ich einen Studienkollegen um Rat.	①	②	③	④	⑤
58	Ich denke mir konkrete Beispiele zu bestimmten Lerninhalten aus.	①	②	③	④	⑤

59	Ich gehe an die meisten Texte kritisch heran.	①	②	③	④	⑤
60	Ich lerne Regeln, Fachbegriffe oder Formeln auswendig.	①	②	③	④	⑤
61	Um Wissenslücken festzustellen, rekapituliere ich die wichtigsten Inhalte, ohne meine Unterlagen zu Hilfe zu nehmen.	①	②	③	④	⑤
62	Vor der Prüfung nehme ich mir ausreichend Zeit, um den Stoff noch einmal durchzugehen.	①	②	③	④	⑤
63	Meine Konzentration hält nicht lange an.	①	②	③	④	⑤
64	Die wichtigsten Unterlagen habe ich an meinem Arbeitsplatz griffbereit.	①	②	③	④	⑤
65	Für größere Stoffmengen fertige ich eine Gliederung an, die die Struktur des Stoffs am Besten wiedergibt.	①	②	③	④	⑤
66	Entdecke ich größere Lücken in meinen Aufzeichnungen, so wende ich mich an meine Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
67	Ich beziehe das, was ich lerne, auf meine eigenen Erfahrungen.	①	②	③	④	⑤
68	Ich vergleiche die Vor- und Nachteile verschiedener theoretischer Konzeptionen.	①	②	③	④	⑤
69	Ich lerne den Lernstoff anhand von Skripten oder anderen Aufzeichnungen möglichst auswendig.	①	②	③	④	⑤
70	Ich bearbeite zusätzliche Aufgaben, um festzustellen, ob ich den Stoff wirklich verstanden habe.	①	②	③	④	⑤
71	Ich nehme mir mehr Zeit zum Lernen als die meisten meiner Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
72	Ich stelle wichtige Fachausdrücke und Definitionen in eigenen Listen zusammen.	①	②	③	④	⑤
73	Ich überlege mir, ob der Lernstoff auch für mein Alltagsleben von Bedeutung ist.	①	②	③	④	⑤
74	Das, was ich lerne, prüfe ich auch kritisch.	①	②	③	④	⑤
75	Um mein eigenes Verständnis zu prüfen, erkläre ich bestimmte Teile des Lernstoffs Studienkollegen.	①	②	③	④	⑤
76	Ich arbeite so lange, bis ich mir sicher bin, die Prüfung gut bestehen zu können.	①	②	③	④	⑤
77	Wenn mir eine bestimmte Textstelle verworren und unklar erscheint, gehe ich sie noch einmal langsam durch.	①	②	③	④	⑤

Kurz wenden wir uns nun Ihrer Erwartung im Bezug auf Ihre Leistungen zu. An Leistungssituationen gibt es unterschiedliche Herangehensweisen. Uns interessiert, wie Ihre persönliche ist.

Wieder gibt es weder eine richtige noch falsche Antwort. Es geht um Ihre ganze persönliche und subjektive Einschätzung.

ACHTUNG: GEÄNDERTES ANTWORTFORMAT

		Stimmt nicht	Stimmt kaum	Stimmt eher	Stimmt genau
01	Wenn sich Widerstände auftun, finde ich Mittel und Wege, mich durchzusetzen	①	②	③	④
02	Die Lösung schwieriger Probleme gelingt mir immer, wenn ich mich darum bemühe.	①	②	③	④
03	Es bereitet mir keine Schwierigkeiten, meine Absichten und Ziele zu verwirklichen.	①	②	③	④
04	In unerwarteten Situationen, weiß ich immer, wie ich mich verhalten soll.	①	②	③	④
05	Auch bei überraschenden Ereignissen glaube ich, dass ich gut mit ihnen zu recht komme.	①	②	③	④
06	Schwierigkeiten sehe ich gelassen entgegen, weil ich meinen Fähigkeiten immer vertrauen kann.	①	②	③	④
07	Was auch immer passiert, ich werde schon klar- kommen.	①	②	③	④
08	Für jedes Problem kann ich eine Lösung finden.	①	②	③	④
09	Wenn eine neue Sache auf mich zukommt, weiß ich wie ich damit umgehen kann.	①	②	③	④
10	Wenn ein Problem auftaucht, kann ich es aus eigener Kraft meistern.	①	②	③	④

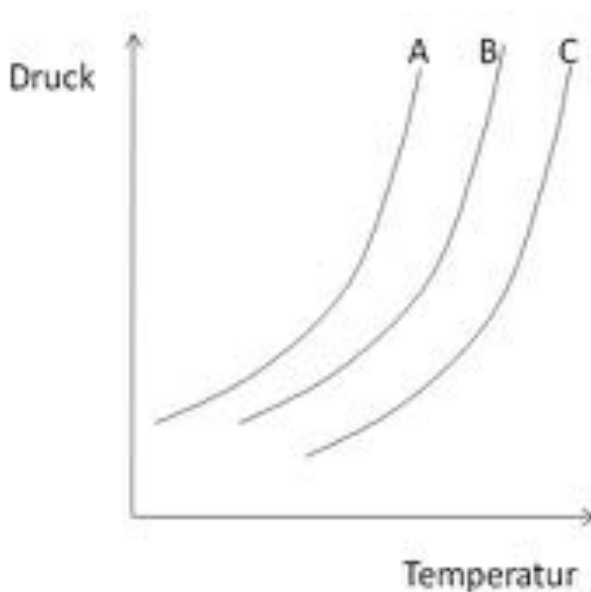
Dieser Teil des Tests ist ein Multiple-Choice-Test; es interessiert Ihr augenblicklicher Wissenstand im Bereich der Thermischen Verfahrenstechnik. Das hilft uns, eine realistische Einschätzung zu bekommen und unsere Vorgehensweise anzupassen. Es handelt sich also nicht um eine Leistungsabfrage im klassischen Sinne, uns interessiert nur, wo Sie zur Zeit stehen. Kreuzen Sie bitte immer die Antwort an, die Sie für richtig halten.

Nur eine Antwortmöglichkeit ist richtig, setzen Sie bitte also nur ein Kreuz.

1. Was für eine Massenbeladung Wasser hat ein binäres Gemisch aus 9 kg Wasser und 15 kg Aceton?
 - ☐ 0,4
 - ☐ 0,6
 - ☐ 1,6
 - ☐ 1,7

2. Wozu dient die Gleichung von Raoult?
 - ☐ Zur Berechnung des Partialdrucks eines siedenden idealen Zweistoffgemisches in Abhängigkeit von der Konzentration in der Flüssigkeit.
 - ☐ Zur Abschätzung der Verdampfungswärme ohne Kenntnis der Dampfdruckkurve.
 - ☐ Zur Berechnung der Siedepunktskurve.
 - ☐ Zur Ermittlung eines Partialdrucks bei bekannter molarer Konzentration in der Dampfphase.

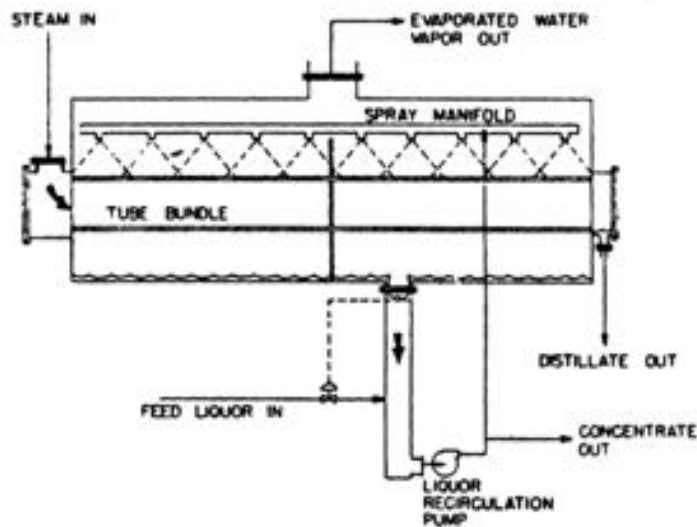
3. Bei welcher der im p,T-Diagramm dargestellten wässrigen Salzlösungen ist die Salzkonzentration am größten?



- ☐ A

- B
- C

4. Welche Verdampfung findet im unten dargestellten Sprühfilmverdampfer statt?



- Offene Verdampfung
- Geschlossene Verdampfung

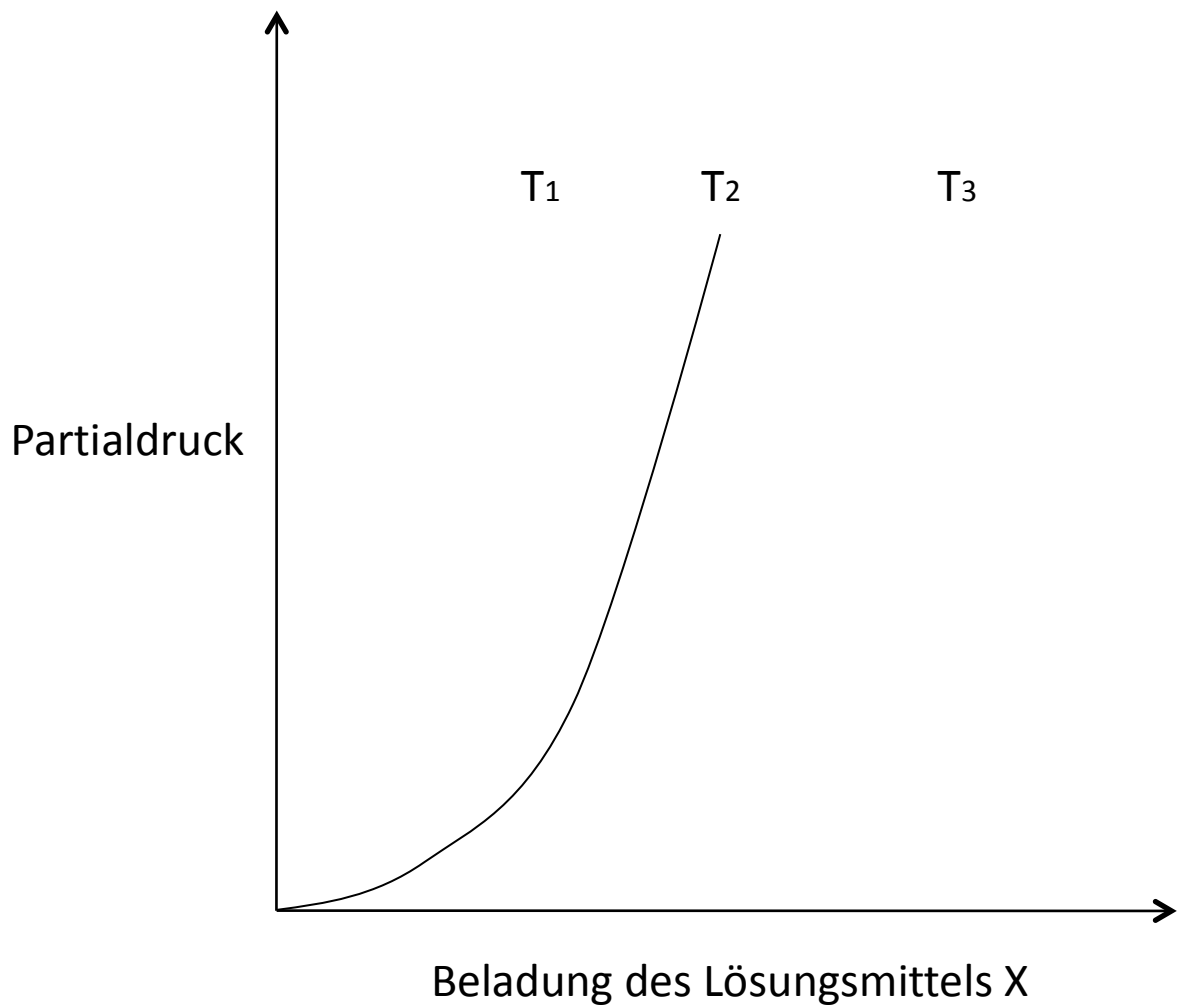
5. Im sauberen Zustand kann ein Kondensator mit einer Fläche von $0,5 \text{ m}^2$ einen Wärmestrom von 20 kW bei einer Temperaturdifferenz von 20 K übertragen. Im Laufe des Betriebs bilden Algen und Muscheln einen Foulingbelag von $0,2 \text{ mm}$ Dicke mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,5 \text{ W/(m K)}$. Welche Temperaturdifferenz ist nun zur Übertragung des Wärmestroms notwendig? Die Wärmeübergangskoeffizienten können als konstant angenommen werden.

- 25 K
- 32 K
- 36 K
- 42 K

6. Wie groß ist die Dampfbelastung einer Rektifikationskolonne bei einer Lehrrohrgeschwindigkeit von 1 m/s und einer Gasdichte von $1,21 \text{ kg/m}^3$?

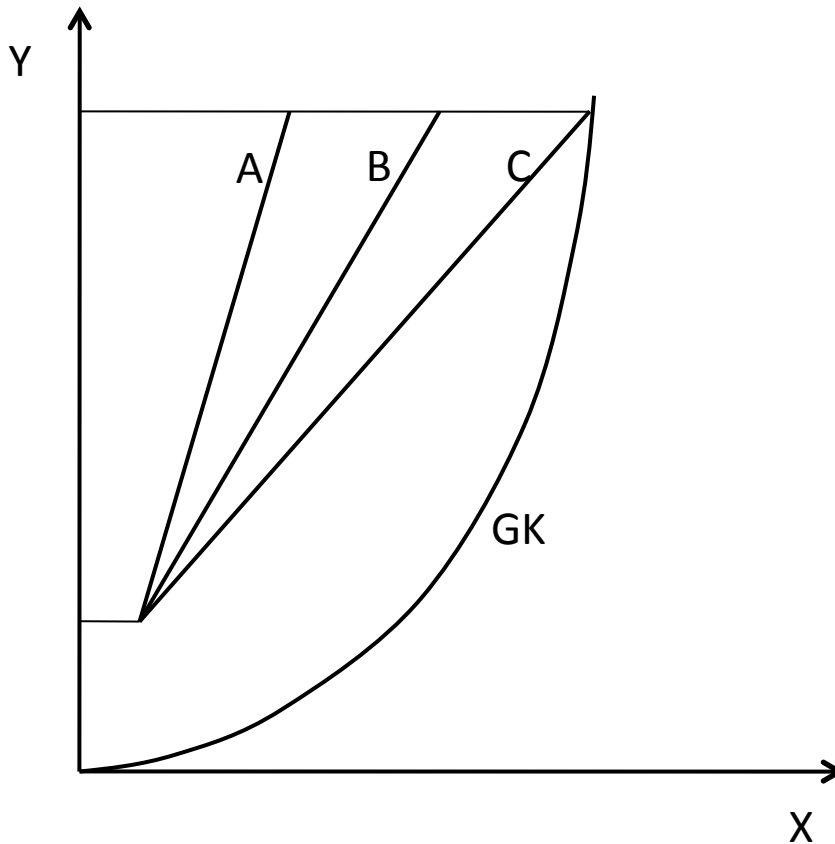
- $1 \text{ Pa}^{1/2}$
- $1,1 \text{ Pa}^{1/2}$
- $1,2 \text{ Pa}^{1/2}$
- $1,3 \text{ Pa}^{1/2}$

7. In der untenstehenden Abbildung ist die Beladung eines Lösungsmittels mit einem Gas bei unterschiedlichen Temperaturen dargestellt. Welche Temperatur ist am höchsten?



- ☐ T_1
- ☐ T_2
- ☐ T_3

8.



Bei welcher der im obenstehenden Diagramm dargestellten Arbeitsgeraden ist die Höhe der Absorptionskolonne am größten?

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C

9. Bei welcher der im obenstehenden Diagramm dargestellten Arbeitsgeraden ist der umlaufende Lösungsmittelstrom am größten?

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C

10. Wie ändert sich die Gaslöslichkeit eines Absorptionsmittels mit steigendem Druck?

- ☐ Die Löslichkeit ist unabhängig vom Druck.
- ☐ Die Löslichkeit nimmt zu.
- ☐ Die Löslichkeit nimmt ab.

Da heute die letzte Veranstaltung im WiSe 2008/2009 ist, möchten wir Sie bitten, die Veranstaltung zu bewerten. Im bisherigen Verlauf des Fragebogens ging es um Sie persönlich. Nun interessiert uns, wie Sie die Veranstaltung als solche bewerten. Außerdem möchten wir Sie bitten, zu schildern, wie Sie sich in Bezug auf die bevorstehende Prüfung verhalten.

		Stimme voll zu			Stimme nicht zu	
01	Der Lehrende gestaltet die Lehrveranstaltung lebendig und engagiert.	①	②	③	④	⑤
02	Der Lehrende versteht es die Studierenden zu motivieren.	①	②	③	④	⑤
03	Der Lehrende strukturiert die Lehrveranstaltung übersichtlich.	①	②	③	④	⑤
04	Der Lehrende wirkt gut vorbereitet.	①	②	③	④	⑤
05	Die Bedeutung/der Nutzen der behandelten Themen wird vermittelt.	①	②	③	④	⑤
06	Es besteht ein guter Bezug zur Praxis.	①	②	③	④	⑤
07	Der Lehrende geht auf Fragen/Anregungen und Einwände ein.	①	②	③	④	⑤
08	Der Lehrende ist fachlich kompetent.	①	②	③	④	⑤
09	Der Lehrende setzt Medien in angemessenem Umfang ein (z. B. Skripte, Folien, Power Point Präsentationen).	①	②	③	④	⑤
10	Die Medien haben das Lernen unterstützt.	①	②	③	④	⑤
11	Der Lehrende ist freundlich, kooperativ und aufgeschlossen.	①	②	③	④	⑤
12	Ich lerne viel in der Veranstaltung.	①	②	③	④	⑤
13	Die Anforderungen sind angemessen.	①	②	③	④	⑤
14	Die erworbenen Kenntnisse haben mir in anderen Veranstaltungen geholfen.	①	②	③	④	⑤
15	Die Inhalte der Lehrveranstaltung waren aktuell.	①	②	③	④	⑤
16	Es wurde an das Vorwissen der Studierenden angeknüpft.	①	②	③	④	⑤
17	Die Lehrveranstaltung regt zum Mitdenken an.	①	②	③	④	⑤

18 Wortbeiträge seitens der Studierenden fanden ① ② ③ ④ ⑤
regelmäßig Eingang in die Lehrveranstaltung.

Bitte geben Sie den durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitsaufwand zur Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung an:

>2 Stunden 2 Stunden 1 Stunde < 1 Stunden keiner

Bitte geben Sie den geschätzten Aufwand für die Prüfungsvorbereitung in Arbeitstagen á 8 Stunden an:

<2 2-4 5-7 8-10 11-15 15 und mehr

Ich werde für die Prüfung mit Studienkollegen in einer Lerngruppe arbeiten:

Ja Nein

Die Lerngruppe setzt sich aus den Studienkollegen zusammen, die mit mir die Veranstaltung besuchen:

Ja Nein

Auch Studienkollegen aus der Parallelveranstaltung sind in meiner Lerngruppe:

Ja Nein

Für mich war dies eine:

Pflichtveranstaltung Wahlveranstaltung Wahlpflichtveranstaltung

		Stimme voll zu			Stimme nicht zu	
		①	②	③	④	⑤
01	Ich habe regelmäßig an der Lehrveranstaltung teilgenommen.					
02	Der Lehrende war außerhalb der Lehrveranstaltung in ausreichendem Maße zu erreichen und gesprächsbereit.					
03	Die Veranstaltung sprach Menschen mit unterschiedlichen Interessen gleichermaßen an.					

In der Gesamtbeurteilung bewerte ich die Veranstaltung mit der Note

1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	5,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Anmerkungen zur Veranstaltung:

Abschließend nun einige Fragen zu Ihrer Person:

Studiengang:

Fachsemester:

Geschlecht:

Haben Sie Ihr Grundstudium (bis zum Vordiplom/Bachelor) an der TU Braunschweig absolviert?

☐ Ja ☐ Nein, ich habe vorher an folgender Universität studiert:

Welche Veranstaltungen haben Sie bislang besucht:

- ☒ Wärme- und Stoffübertragung
- ☐ Thermodynamik der Gemische
- ☐ Einführung in Stoffwandlungsprozesse
- ☐ CAPE
- ☐ Design Verfahrenstechnischer Anlagen
- ☐ Sonstige:

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

4. Fragebogen Vorerhebung

Sehr geehrte Studierende,

zur Verbesserung der Lehre benötigen wir heute Ihre Mithilfe. Bitte nehmen Sie sich 10 Minuten Zeit und beantworten Sie die nachfolgenden Fragen. Es geht dabei nicht um Leistung, sondern darum ein realistisches Bild Ihres Vorwissens zu erlangen. Der Fragebogen ist anonym.

Für Ihre Mithilfe bedanken wir uns recht herzlich.

Studiengang:

Semester:

1) Schätzen Sie Ihr Grundlagenwissen im Bereich der Thermischen Verfahrenstechnik auf einer Skala von 1 (gering) bis 10 (gut) ein.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2) Welche Grundoperationen der Thermischen Verfahrenstechnik kennen Sie?

3) Welche Literaturquellen (Bücher, Zeitschriften), im Bereich der Verfahrenstechnik sind Ihnen bekannt?

4) Kennen Sie die Phasenregel nach Gibbs?

0 Ja

0 Nein

Wenn ja, beschreiben Sie bitte kurz, was sie besagt.

5) Wasser hat eine spezifische Dampfdruckkurve, wenn möglich zeichnen Sie diese bitte auf.

6) Wissen Sie, wie Konzentrationsangaben für binäre Gemische angegeben werden?

0 Ja

0 Nein

Können Sie Beispiele nennen?

7) Kennen Sie die physikalischen Gesetze, die Grundlage jeder Bilanzierung sind?

0 Ja

0 Nein

Welche sind es?

9) Wenn möglich erläutern Sie bitte das Durchlaufen der einzelnen Zustandsänderungen bei kontinuierlicher Erwärmung eines binären Gemisches anhand einer Siedelinse ($p=\text{konst.}$).

10) Wozu dient das Gesetz nach Raoult?

11) Wie lautet das ideale Gasgesetz?

12) Kennen Sie die grundlegende Voraussetzung um ein Stoffgemisch mittels Rektifikation zu trennen?

0 Ja

0 Nein

Wenn ja, welche sind es?

VIELEN DANK!

5. Projektaufgabe Bioethanolaufreinigung

Die Firma **haip** möchte die Herstellung von Bioethanol in Ihr Portfolio aufnehmen. Sie ist der Meinung, dass hierin Potential für die Zukunft liegt.

Ihre Arbeitsgruppe erhält nun die Aufgabe, eine Anlage entsprechend den aktuellen Standards auszulegen. Wir werden nur einer Arbeitsgruppe den Zuschlag für den Auftrag erteilen, nämlich der, die sowohl aus betriebswirtschaftlicher als auch aus Ingenieurs-Sicht am besten geeignet ist.

Im Folgenden ist ein vereinfachtes Fließbild der Anlage dargestellt:

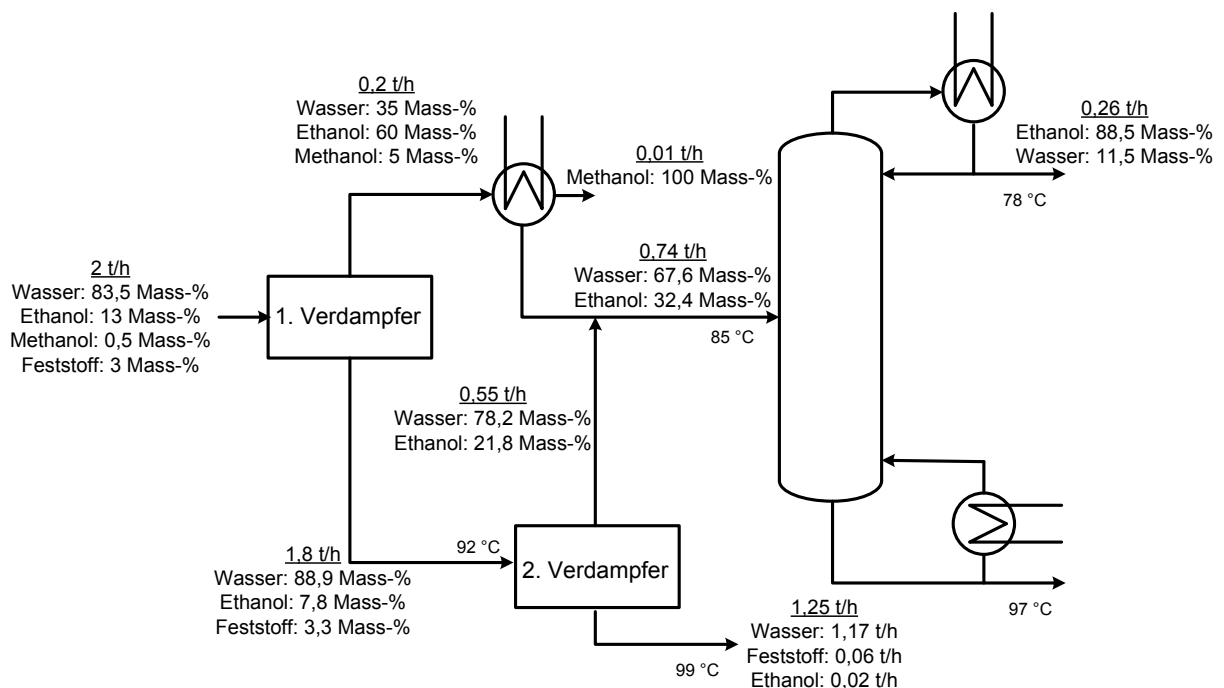


Abb. 1: Fließbild der Bioethanolanlage

Der Methanolanteil des aus dem Gärprozess entstandenen Produktstroms wird in einer ersten Verdampferstufe entfernt. In einem zweiten Verdampfer erfolgt die Abtrennung des Feststoffanteils sowie die Erhöhung des Ethanolanteils im Kopfproduktstrom. Das entstandene Wasser-Ethanol Gemisch soll in einer Rektifikationskolonne auf eine Reinheit von mindestens 88,5 Mass-% Ethanol aufkonzentriert werden.

Auszulegen sind die Rektifikationskolonne sowie der zweite Verdampfer. Folgende Informationen sollten Sie bei der Auslegung beachten:

Der Verdampfer soll aufgrund des hohen Feststoffanteils und der Foulingneigung des Produktstroms als Zwangsumlaufentspannungsverdampfer betrieben werden. Um eine thermische Schädigung des Produktstroms zu vermeiden, sollte die Überhitzungstempe-

ratur des Umlaufstroms 110 °C nicht überschreiten; die Entspannungsverdampfung findet bei Atmosphärendruck statt. Zur Vermeidung von Feststoffablagerungen ist die Umlaufstromgeschwindigkeit zwischen 1,5 und 2 m/s zu wählen. Obwohl im Verdampfer kein Phasenwechsel auftritt, ist mit einem mittleren Foulingwiderstand von $10^{-4} \text{ m}^2 \text{ K} / \text{W}$ zu rechnen. Als Heizquelle steht Wasserdampf mit 2 bar (120 °C) zur Verfügung.

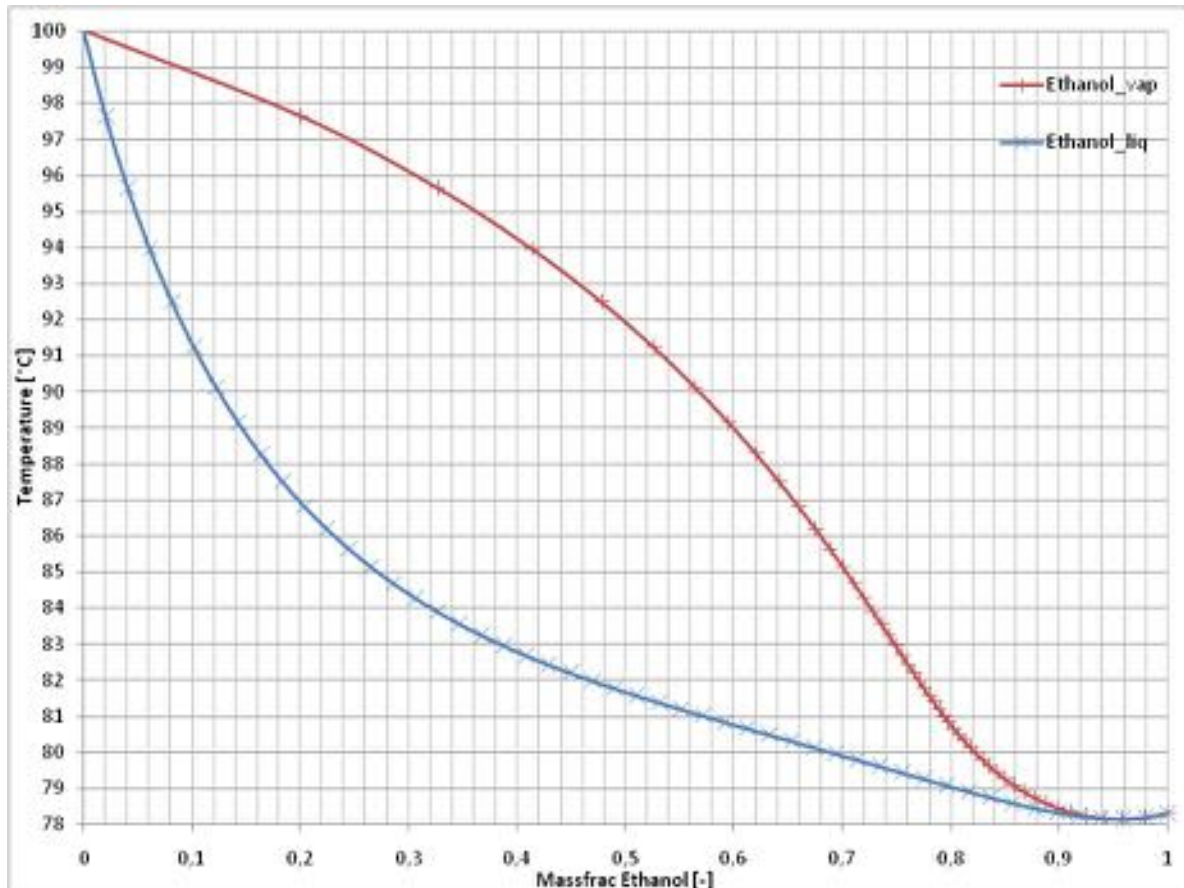


Abb. 2: T-x,y Diagramm für das binäre Gemisch Ethanol-Wasser

Die Präsentation Ihres Projektes findet am 10. Februar 2009 statt und sollte 20 Min nicht unter- oder überschreiten.

Im Rahmen Ihrer Vorbereitung sollten Sie auch berücksichtigen, dass eine gelungene Präsentation für einen Zuschlag maßgeblich sein kann.

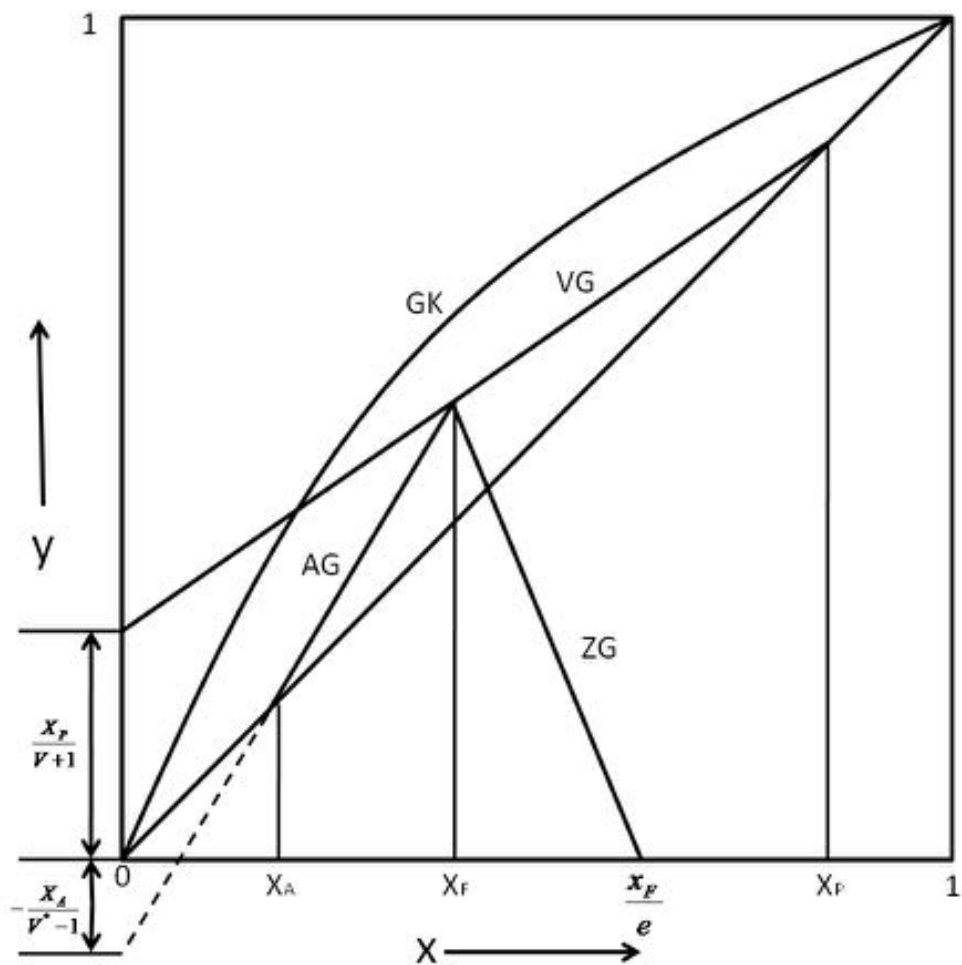
Wir erwarten, dass Sie folgende Themen berücksichtigen:

- Die Vorstellung Ihrer Arbeitsgruppe/Firma
- Die Ergebnisse Ihrer Anlagenkonstruktion
- Pro und Contra einer Bioethanol-Anlage

Wir freuen uns auf Ihre Ergebnisse und Präsentationen



6. Beispiel Hausaufgabe



Im obenstehenden McCabe-Thiele Diagramm ist neben der Verstärkungs- und Abtriebsgeraden (VG, AG) die Zulaufgerade (ZG) einer Rektifikation dargestellt.

- Was ist die physikalische Bedeutung des Parameters e ?
- Wie lautet die Herleitung?
- Wie kann in einem Prozess die Lage der Zulaufgeraden beeinflusst werden?

7. Beispiel Stichwortkarte englische Wiederholung

<p>Inverses Modul / TVT 1 Repetition of Nov. 24., 2009</p> <p>Rectification</p> <p>From n_{th} to $n_{tray, real}$</p> <ul style="list-style-type: none"> • McCabe-Thiele, stage construction → n_{th} • $n_{th, trays} = n_{th} - 1$ • $n_{trays, real} = \frac{n_{th, trays}}{S_m}$ • $h_{packing} = \frac{n_{th, trays}}{NTSM} = n_{th, trays} \cdot HETP$ <p>Fluiddynamic design</p> <ul style="list-style-type: none"> • liquid load $w_L \left[\frac{m^3 liquid}{m^2 cross sec. \cdot h} \right]$ • gas/vapour load $f_G = w_G \sqrt{\rho_G} \left[Pa^{1/2} \right]$ <ul style="list-style-type: none"> • operating/design diagram: $f_G = f(w_L)$ <ul style="list-style-type: none"> • typical values: $f_G \approx 1 \dots 2 Pa^{1/2}$ $w_L \approx 10 \dots 20 \frac{m^3}{m^2 h}$ <p>1. limiting conditions</p>	<p>Tray efficiency, NTSM, HETP</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Transfer of theoretical equilibrium stages to real separation equipment 3. $S_m = \frac{\Delta y_{real}}{\Delta y_{equilib}}$ 4. effect of imperfect establishment of bulk phase equilibrium may be attributed to vapour, liquid or both phases 5. $s_m = f(\text{VLE, physical properties, phase interaction, equipment, operational parameters, ...})$ 6. s: separation efficiency, Murphree efficiency 7. Typical values: $s = 0,6 \dots 0,8$ alcohol-water $s = 0,5 \dots 0,6$ hydrocarbons, organic liquids $s = 0,2 \dots 0,5$ high-boiling, polymers <ul style="list-style-type: none"> • Non-discrete separation equipment → packings • NTSM, HETP • equipment manufacturer, calibration exp. <p>Batch rectification</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principle, application • Differential distillation <p>→ representation, balances</p> <p>→ Raleigh equation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Upward vs. downward rectification <p>→ constant reflux</p> <p>→ variable composition</p> <p>→ variable reflux</p> <p>→ constant composition</p> <p>but: $n_{Prod.} = f(t) \neq const$ required time = capacity</p>
--	--

8. Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge

Meyer, S.; Graf, S.; Carlowitz; Preißler, I. (2014): Forum "Umwelt- und Energietechnik" - Ein neues Lehrveranstaltungs-konzept. Chemie Ingenieur Technik, Volume 86, Issue 9, page 1511.

Preißler, I.; Graf, S. (2014): Standardisierte individuelle Lehrveranstaltungsevaluation – Ein weiterer Paradigmenwechsel? Workshop im Rahmen der dghd Tagung in Braunschweig, 17. – 19.03.2014

Höner, K.; Looß, M.; Müller, R.; Preißler, I. (2014): Praxis Frühkindliche Bildung: Expedition Naturwissenschaften 2. Beobachten, Experimentieren, Forschen mit Kindern. Braunschweig: Westermann

Strahl, A.; Preißler, I. (2014): Fachdidaktik der Naturwissenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Physik. Books on demand

Höner, K.; Looß, M.; Müller, R.; Preißler, I. (2013): Praxis Frühkindliche Bildung: Expedition Naturwissenschaften. Braunschweig: Westermann

Gregorincic, S.; Preißler, I.; Sander, M. (2013): Wirksamkeit eines Qualitätspakt Lehre Projektes. Posterpräsentation beim Workshop "Zwischen Erkenntnisinteresse und Nachweisdruck. Wie können wir die Wirksamkeit unserer Maßnahmen messen?" im Rahmen der Veranstaltungsreihe "Qualitätsoffensive Lehre in Niedersachsen. Hochschule Emden/Leer, 09./10.09.2013

Graf, S.; Preißler, I.; Thielsch, A.; Wiemer, M. (2013): Kooperation für gute Lehre. Posterpräsentation beim Workshop „Veränderungen in der Lehre an niedersächsischen Hochschulen erfolgreich gestalten“ im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Qualitätsoffensive Lehre in Niedersachsen“. TU Clausthal, 25./26.02.2013.

Preißler, I.; Graf, S. (2013): Arbeitskreis Gute Lehre an der TU Clausthal. Posterpräsentation beim Workshop „Veränderungen in der Lehre an niedersächsischen Hochschulen erfolgreich gestalten“ im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Qualitätsoffensive Lehre in Niedersachsen“. TU Clausthal, 25./26.02.2013.

Preißler, I.; Graf, S. (2012): SKILL-Schwerpunkte zur kontinuierlichen Verbesserung der Lehre und des Lernens. Posterpräsentation auf dem Workshop „Projektstand und Vernetzung“ im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Qualitätsoffensive Lehre in Niedersachsen“. Ostfalia-Hochschule Wolfenbüttel, 17./18.09.2012.

Hempel, A.; Preißler, I. (2012): Qualität in der Lehre unterstützen und sichern – Lehrendenbefragung als Qualitätssicherungsinstrument. Posterpräsentation im Rahmen der DOSS-Tagung, Dortmund.

Preißler, I.; Hempel, A. (2012): Lehrberatung an der TU Clausthal. Vortrag und Posterpräsentation beim Workshop „Best Practice“ im Rahmen der Veranstaltungsreihe

„Qualitätsoffensive Lehre in Niedersachsen“. Ostfalia-Hochschule Wolfenbüttel, 23./24.2.2012.

Preißler, I.; Müller, R.; Hammerschmidt, J.; Scholl, S. (2011): Treibstoff für die Ingenieurausbildung – Didaktik?! Ein hochschuldidaktisches Märchen. In: Jahnke, Isa; Wildt, Johannes (Hg.) (2011): Fachbezogene und fachübergreifende Hochschuldidaktik. Bielefeld: W. Bertelsmann. S. 245 – 252

Preißler, I.; Looß, M; Höner, K.; Müller, R. (2011): "Expedition Naturwissenschaften" - Nature of science in der frühkindlichen Bildung. Vortrag GDGP-Schwerpunkttagung, Wien

Preißler, I.; Müller, R.; Hammerschmidt, J.; Scholl, S. (2010): Treibstoff für die Ingenieurausbildung - fachübergreifende Didaktik. In: Wildt, J.; Jahnke, I. (Hrsg.): ZFHE: Fachbezogene und fachübergreifende Hochschuldidaktik - voneinander lernen; Jg. 5/Nr.3

Preißler, I.; Hammerschmidt, J; Müller, R.; Scholl, S.(2010): Hochschuldidaktik in der Ingenieurausbildung: Segen oder Fluch? PhyDid B

Preißler, I.; Müller, R.; Hammerschmidt, J; Scholl, S. (2010): Hochschuldidaktik in der Ingenieurausbildung. Vortrag GDGP-Tagung, Potsdam

Preißler, I.; Müller, R.; Hammerschmidt, J.; Scholl, S. (2010): Hochschuldidaktik - Alternativen zur klassischen Vorlesung. Poster DPG-Frühjahrstagung, Hannover

Preißler, I.; Müller, R. (2010): Treibstoff für die Ingenieurausbildung - Didaktik?! Vortrag DOSS-Tagung, Dortmund

Preißler, I. (2007): Neuer Treibstoff für die Ingenieurausbildung: Innovative Didaktik. In: Hübner, Nicolas; Schütze, Andreas (Hrsg.): Tagungsband „Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern – Fachkräftesicherung in Neuen Technologien“, S.67-69

9. Danksagung

Das Ende meiner Dissertation ist die Gelegenheit, mich bei allen zu bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit auf die eine oder andere Art unterstützt haben.

Die vorliegende Arbeit ist sowohl in meiner Zeit am Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften in der Abteilung Physikdidaktik der TU Braunschweig als auch während meiner Tätigkeit als Leiterin des Zentrums für Hochschuldidaktik und Qualitätsmanagement an der TU Clausthal entstanden. Allen Kolleginnen und Kollegen, die zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen haben, danke ich an dieser Stelle.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Rainer Müller für seine stützende und diskrete Förderung, den Glauben daran, dass die Arbeit sinnvoll ist und beendet werden muss. Frau Professorin Kerstin Höner danke ich für die Bereitschaft als meine Zweitgutachterin zu fungieren und für die kollegiale Zusammenarbeit in den letzten Jahren.

Außerdem danke ich Herrn Professor Dr. Stephan Scholl und Jochen Hammerschmidt für die Gelegenheiten, Bereitschaft und Offenheit, meine Vorstellungen einer gelungenen Aktivierung von Studierenden in ihrem Institut zu erproben.

Für die emotionale und fachliche Unterstützung danke ich besonders Thomas Damaschke und Ute Zaepernick-Rothe. Ebenso bedanke ich mich bei allen Korrekturleserinnen und Korrekturlesern.

Ein großer Dank geht an meine Familie. Lisa Ritz danke ich für den Glauben an mich und die Unterstützung in den vielen kleinen Dingen des (Schreib-) Alltags; ohne sie hätte ich wohl keine Danksagung schreiben dürfen.

Braunschweig, 01. Dezember 2014

Inske Preißler